7-9. 231

Digitized by Google

7.9.231 B1

ENCYCLOPÉDIE-RORET.

SOUFFLEUR A LA LAMPE

ET

AU CHALUMEAU.

816.

7/9/231

PARIS.

LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,

RUE HAUTEFEUILLE, N° 10 BIS.

SUITES A BUFFON, format in-8, par MM. F. Cuvier, Dumeril, Lacordaire, Boisduval, de St.-Fargeau, Walckenaer, Milne-Edwards, de Candolle, Beauvois, ...

18 fr. par an, LE TECHNOLOGISTE, ou *Archives des progrès de l'Industrie française et étrangère*; par M. MALEPEYRE.

Digitized by Google

R.S.231 A

PH 28237

ENCYCLOPÉDIE-RORET.

SOUFFLEUR A LA LAMPE

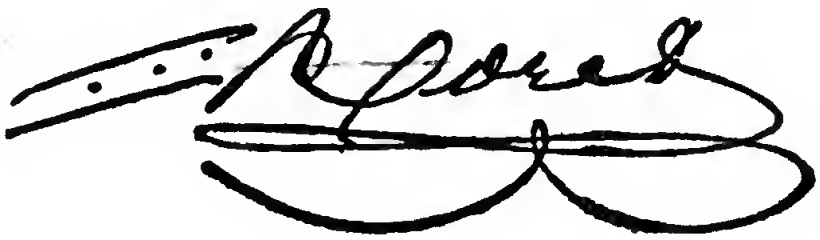
ET

AU CHALUMEAU.

Digitized by Google

AVIS.

Le mérite des ouvrages de l'*Encyclopédie-Roret* leur a valu les honneurs de la traduction, de l'imitation et de la contrefaçon. Pour distinguer ce volume, il porte la signature de l'Editeur.



Digitized by Google

III

MANUELS-RORET.

L'ART

DU

SOUFFLEUR A LA LAMPE

ET

AU CHALUMEAU,

7
9
231

Par M. **PÉDRONI fils**,

Professeur du Cours public de Chimie et d'Histoire naturelle appliquées au Commerce, Secrétaire général de la Société Linnéenne de Bordeaux, Membre de plusieurs Sociétés savantes, etc., etc.

Ouvrage orné de Figures.

PARIS,

A LA LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,

RUE HAUTEFEUILLE, 10 BIS.

1849.

INTRODUCTION.

Ce Manu , ainsi que son titre l'indique, est divisé en deux pa es distinctes. La première partie contient le souffleur à la lampe d'émailleur.

Le sujet était fort difficile à traiter, car il est impossible d'indiquer ces petits tours de main que la pratique seule fait connaître et qui varient avec le souffleur. Cependant nous croyons devoir donner encore quelques conseils aux amateurs qui désireraient se familiariser avec l'emploi de la lampe. Ils doivent d'abord se rendre bien maîtres de la flamme et de la régularité du dard. Ce premier point obtenu, ils devront, sur de mauvais morceaux de tube, s'habituer à la chauffe, à fondre le verre sans le déformer, à ramasser la matière, de façon à épaissir les parois du tube. Enfin il est également important qu'ils opèrent des courbures, qu'ils soufflent des boules, et qu'ils soudent; lorsqu'ils réussiront dans ces opérations préliminaires, il leur sera alors très-facile de fabriquer les instruments que nous avons décrits.

La seconde partie du Manuel, la plus importante et la plus étendue, indique l'emploi du chalumeau.

L'usage de cet instrument s'est tellement perfectionné, que M. Plattner est parvenu à doser l'or, l'ar-

gent, le cuivre, le plomb et l'étain, en opérant sur quelques milligrammes. Aussi avons-nous cru ne pouvoir mieux faire que d'analyser ce que cet illustre savant a publié à ce sujet. Enfin, avec la tendance chimique de la minéralogie, il devient impossible de classer convênablement les minéraux, si préalablement on ne les a pas soumis à des essais pyrognostiques.

Nous aurions bien désiré mettre à exécution le projet que nous avons conçu, de présenter cette partie du Manuel sous la forme de la méthoque dichotomique, de manière à ce que de phrase caractéristique en phrase caractéristique on arrivât au genre, à l'espèce. Mais ce travail était excessivement long, car chaque espèce minérale devait être essayée par tous les réactifs du chalumeau et à la flamme oxydante et réduisante successivement. Quoique notre collection minéralogique soit assez nombreuse (5000 échantillons environ), nous avouons franchement que nous ne possédons pas toutes les espèces. Cependant nous avons commencé, et nous espérons bien que pour la prochaine édition nous pourrons placer dans ce Manuel les caractères pyrognostiques des minéraux sous la forme dichotomique.

Pour compléter cette partie de notre travail, il aurait été nécessaire d'y joindre les caractères physiques des minéraux. Nous avons cru mieux faire en indiquant les pages de l'excellent Manuel de Minéralogie de M. Huot, où se trouvent ces descriptions.

NOUVEAU MANUEL COMPLET

DU

SOUFFLEUR A LA LAMPE

ET

AU CHALUMEAU.

PREMIÈRE PARTIE.

CHAPITRE UNIQUE.

DESCRIPTION DES APPAREILS EMPLOYÉS POUR SOUFFLER LE VERRE; DES TRAVAUX PRÉPARATOIRES ET DES MOYENS DE FABRIQUER LES PRINCIPAUX APPAREILS EN VERRE.

§ Ier APPAREILS POUR SOUFFLER LE VERRE.

Les instruments employés pour souffler le verre sont nommés *lampes d'émailleurs*. On en connaît plusieurs dont les effets sont les mêmes, mais qui diffèrent par leur disposition. Nous allons successivement les décrire.

Lampe d'émailleur. — Cet instrument est formé d'une table en bois (*fig.* 1), sous laquelle est fixé un soufflet à double vent (A), solidement assujetti à la traverse (B), et postérieurement à la traverse (C). On met le soufflet en jeu au moyen de la pé-

dale (D). Cette pédale communique le mouvement au soufflet au moyen de la corde mobile (E), fixée au panneau inférieur du soufflet. Sur la tête du soufflet est fixé un tuyau élastique ou en métal (F) qui se rend à la table, sur laquelle il se termine par un ajustage mobile (G) nommé bec. La lampe (H) placée sur la table reçoit, dans sa flamme, le vent du bec (G) et forme la flamme de la lampe.

Pour obtenir avec la lampe d'émailleur la plus haute température possible, il faut que l'ouverture du bec soit très-petite comparativement à la capacité du soufflet.

Il faut que la lampe soit constamment remplie d'huile ou de suif, et moucher souvent la mèche, qui ne doit point porter de moucherons charbonnés.

Une modification importante nous semble avoir été apportée dans la lampe d'émailleur en remplaçant la lampe ordinaire par un bec d'Argant, ainsi que l'indique la figure 2. A, réservoir d'huile à niveau constant. B, tuyau amenant l'huile du récipient au bec. C, petite vis pour hausser ou baisser la mèche. D, tube qui amène l'air du soufflet E au centre de la mèche. F, pédale. Ainsi que la figure l'indique, le jet est vertical, ce qui permet de mieux examiner ce que l'on fait.

Chalumeau de M. Danger. — M. Danger a ajouté à une vessie, un tube muni d'une soupape pour l'introduction de l'air dans l'appareil, et porteur d'un bec pour former le courant qui donne la flamme. Nous avons représenté l'appareil fonctionnant et les détails de la soupape, à la figure 3.

A, vessie munie d'un filet soutenant un poids pour la forcer à rejeter l'air qu'elle contient. J'ai trouvé beaucoup plus commode de supprimer le poids et de placer la vessie entre les genoux, qui la pressent lorsqu'il est nécessaire.

B, bec à air.

C, tube pour introduire de l'air dans la vessie.

D, lampe ou bougie servant de combustible.

Figure de détail 3 A.

D, tube communiquant d'une part avec la vessie F au moyen du tube E, et avec G, tube d'introduction.

Ainsi que la figure le montre, la soupape consiste en un retrécissement conique du tube. Dans ce cône tronqué supérieurement se place une boule de liège I, qui ferme complètement la petite ouverture du cône quand elle y est appliquée, mais qui peut redescendre et est retenue par une traverse de fil-de-fer *o o*.

Lorsque l'on souffle par le tube C, la pression chasse la soupape sphérique de la troncature du cône, et l'air pénétrant dans l'appareil vient remplir la vessie. Lorsqu'au contraire l'expérimentateur a besoin de respirer, il presse la vessie avec ses genoux. La soupape est alors entraînée par l'air qui la force à fermer l'ouverture, et ce gaz est forcé de s'échapper par le tube B.

Eolipyles. — Nous avons dessiné sur la planche diverses variétés de ces instruments, qui sont tous aussi commodes les uns que les autres, mais qui sont loin de présenter les avantages des appareils précédemment décrits.

(*Fig.* 4.) A, vase sphérique en cuivre, muni d'une ouverture B, fermée par une soupape de sûreté. C'est par cette ouverture que l'on remplit aux 2/3 la sphère d'alcool.

C, tube de cuivre prenant la vapeur alcoolique formée à la partie supérieure du récipient et venant la faire dégager par son extrémité effilée et horizontale, dans la flamme de la lampe à alcool D, qui met le liquide de A en ébullition.

(*Fig.* 5.) Cet appareil, nommé lampe à éolipyle, se compose : A, d'une petite lampe à huile montée sur un pied mobile B ; d'une éolipyle C, portée également sur un pied mobile et contenant les 2/3 de sa capacité d'alcool ; d'une petite lampe à alcool D, destinée à mettre en ébullition le liquide de l'éolipyle.

(*Fig.* 6.) Autre disposition de l'éolipyle représenté figure 4

Forge du pyrognoste. — Voir à la seconde partie du Manuel, à l'article *Chalumeau*, figure 7.

Les lampes employées comme combustibles sont alimentées par l'huile ou par le suif; nous allons décrire les principales.

Lampe ordinaire. — Elle se compose (*fig.* 8.) d'un réservoir d'huile contenu dans un bassin de fer-blanc à bords relevés. Au centre du réservoir se trouve une ouverture fermée par un couvercle mobile. C'est par cette ouverture que l'on alimente la lampe. La moitié antérieure du couvercle du réservoir est également mobile pour permettre d'arranger les mèches. Le bec porte intérieurement une grille avec une lame verticale au centre, c'est le support des mèches; et la cloison les divise en deux parties égales. On doit prendre du coton non blanchi pour fabriquer les mèches, le blanchissage laissant toujours quelques matières étrangères qui forment des moucherons et font fumer.

Lampe de Danger. — M. Danger a fait quelques modifications à la lampe précédente, et il est arrivé à lui faire donner moins de fumée et à la rendre moins fatigante pour la vue de l'opérateur. Il a placé sur la flamme un chapiteau conique c (*fig.* 9), qui la retient, l'empêche de s'élever verticalement et la force à se porter tout entière dans le dard, dont elle augmente l'intensité. Un fil de laiton *f* plié en cercle et mobile sur ses extrémités, sert à soutenir la mèche et à l'empêcher de toucher les bords de la lampe; ce qui évite l'écoulement de l'huile dans le godet. La mèche doit être placée avec précaution dans la lampe; on prend un écheveau de coton que l'on coupe en quatre ou en six; on dépose les brins à côté les uns des autres, de manière à en former un faisceau plus ou moins gros, long de 2 à 3 décimètres (7 pouces 5 lignes à 11 pouces); on y passe légèrement un démêloir pour en bien unir tous les fils; on le place dans la lampe, puis, quand il est imbibé, on le partage en deux faisceaux égaux que l'on écarte assez pour permettre au courant d'air que l'on dirige entre eux, de les effleurer sans être gêné dans sa direction.

Nous joignons ici un tableau de la grosseur des mèches par rapport à celle des orifices du bec de la lampe, qu'un long usage a fait admettre à M. Danger.

GROSSEUR des mèches.	DIAMÈTRE de l'orifice des becs.	ÉLÉVATION de la mèche au-dessus du niveau de l'huile.
millim.	millim.	millim.
7	0,3	13
13	0,6	13
27	1,2	20
40	1,8	27
54	2,3	34

A l'appareil que l'on possédera il est nécessaire d'ajouter quelques instruments accessoires, indispensables pour compléter l'équipement du souffleur à la lampe.

1° Une *paire de ciseaux* pour moucher la lampe, car il faut toujours que la mèche soit bien égale et sans lumignons.

2° Une *paire de bruxelles* communes pour tirer les mèches, les égaliser, etc., etc.

3° Une *pince plate*.

4° Une *lime triangulaire* (tiers-point); elle est employée pour couper les tubes. Voici comment on opère : A l'endroit où le tube doit être rompu, on donne un trait de lime circulaire un peu profond, puis, faisant porter à faux et forçant un peu, le tube se sépare juste à la marque de la lime.

5° Une *petite meule douce* montée ; elle est employée pour user l'embouchure des tubes pour y placer des obturateurs, ou pour éviter que le tranchant des bords ne blesse.

6° Une *bouteille en fer-blanc* pour conserver la provision d'huile.

7° Des *supports à tubes*. On en fait de deux sortes : des rateliers, tels que la figure 10 l'indique, ou une étagère portant une ou plusieurs traverses à diverses hauteurs, et divisées par des planches transversales et verticales, telle que la figure 11 le montre.

8° Enfin, un *petit caisson* pour contenir tous les morceaux de rebut, la table ne devant jamais être embarrassée.

§ II. TRAVAUX PRÉPARATOIRES.

Lorsque l'on commence à faire usage de la lampe d'émailleur, il est indispensable de se rendre d'abord maître de la flamme, puis de reconnaître lorsque le verre que l'on emploie est suffisamment ramolli.

Les premiers essais doivent donc être des courbures de tube et des tubes fermés.

Lorsque l'on veut courber un tube, on chauffe la partie où doit se trouver la courbure, dans une étendue trois ou quatre fois plus considérable qu'il n'est nécessaire, puis, peu à peu, en tournant et retournant le tube dans la flamme, on arrive à terminer la courbure. Si l'on opérait trop rapidement, et c'est ce qui arrivera au commencement, le verre de la paroi entrerait dans l'ouverture du tube, la boucherait plus ou moins imparfaitement, et la courbure n'aurait ni grâce ni solidité (*fig.* 12).

Les différents dessins de la figure 13 suffisent pour faire connaître la gradation à observer en faisant les courbures.

L'on peut avoir à boucher un tube capillaire. On saisit les deux extrémités du morceau avec les deux mains, et on en expose la partie moyenne à l'action du dard de la lampe, en tournant et retournant le tube entre les doigts. Lorsque le tube est suffisamment chaud, ce que l'on reconnaît à la mollesse du verre, on le tire de manière à lui donner la forme indiquée figure 14 *d*, en passant successivement par les formes

marquées *a, b, c*. On chauffe alors l'extrémité effilée, qui fond, s'arrondit, et l'opération est terminée. Passant ensuite à l'autre extrémité, on la fait fondre en la plaçant dans le jet de flamme où elle ne doit rester que le temps nécessaire pour fermer le tube, afin d'éviter que l'air intérieur, en se dilatant, ne forme une petite boule dans la partie fondue.

Quand on veut fermer un tube d'un diamètre plus considérable, on peut agir de même, ou bien on place l'extrémité du tube à fermer, dans le jet de la flamme, et on le tourne et on le retourne dans tous les sens. La matière entre en fusion et se rapproche. S'il ne parvenait pas ainsi à se fermer, il faudrait opérer le rapprochement des parties au moyen d'une petite tige de fer, puis y souder un morceau de tube, ce qui a lieu facilement en chauffant le tube au rouge et le rapprochant du bout du tube sur lequel on opère (*fig.* 15). Puis on enlève, au moyen de ce tube soudé, l'excédant du verre qui formerait épaisseur à la calotte et pourrait en occasioner la rupture.

Si l'on voulait faire un bec au bord du tube, on chaufferait la partie où l'on veut placer le bec, et lorsque le verre est suffisamment ramolli, on appuie de dedans en dehors avec une tige de fer qui donne la forme (*fig.* 16).

Soudure de deux tubes. — Il est nécessaire, avant d'essayer de souffler des instruments, de savoir bien souder deux tubes de même diamètre ou de diamètres différents. Voici comment on s'y prend :

Supposons d'abord que l'on agisse sur deux tubes d'égal diamètre. On chauffe les bouts à souder et on y forme un rebord, en appuyant légèrement avec une tige de métal, jusqu'à ce que les bords des deux tubes aient la forme indiquée dans la figure 17 A. On bouche l'extrémité d'un des tubes au moyen d'un bouchon de liège, puis on saisit un tube de chaque main et on les chauffe en même temps en les tournant toujours entre les doigts ; lorsqu'ils sont au rouge, et que le

verre est bien ramolli, on les approche l'un de l'autre en ayant la précaution de les faire toucher dans toute leur circonférence, sous peine de voir la soudure manquée. Si elle n'est pas bien faite du premier coup, il faut recommencer toute l'opération. Les tubes sont alors adhérents l'un à l'autre, comme l'indique la figure 17 B. On les chauffe en les tournant et en refoulant la matière. Lorsque le tube est fortement chauffé, on souffle par l'extrémité ouverte, et on obtient ainsi un léger renflement. Pendant que l'on souffle, il faut avoir la précaution de tirer faiblement les tubes pour leur conserver le même diamètre. Pour donner à cette soudure toute la solidité possible, on refoule une seconde fois la matière, puis on souffle de nouveau dans les tubes en les tirant un peu.

Lorsque les tubes à souder sont de diamètres différents, on commence par fermer le plus gros, puis, le chauffant en un seul point au centre de la calotte, et soufflant vivement lorsque le verre est ramolli, on forme ainsi une boule irrégulière fort mince (*fig.* 18 A), que l'on brise en laissant seulement une collerette au bord de l'ouverture centrale B. Cette première opération faite, on ferme le petit tube, on en fait rougir l'extrémité fermée, que l'on souffle de la même manière et à qui on ne laisse également qu'une collerette C. On les met en présence, et on agit alors absolument comme pour des tubes de même diamètre.

Souffler une boule à l'extrémité d'un tube. — Le tube ayant été fermé, comme nous l'avons indiqué, on chauffe l'extrémité fermée sur une étendue plus ou moins considérable, suivant le diamètre que l'on veut lui donner; puis, le verre étant suffisamment fondu, on porte le côté ouvert du tube à la bouche et, tout en le faisant tourner avec les doigts entre les lèvres, on souffle légèrement en augmentant le souffle avec la solidification du verre, et veillant à ce qu'elle soit bien ronde et bien dans l'axe du tube.

On obtient ainsi un renflement plus ou moins considérable. On le réchauffe et on le souffle de nouveau. Il faut, autant que possible, tâcher d'arriver au diamètre de la boule en une ou deux chauffes, autrement l'on risque de dévitrifier le verre et de le rendre blanc et opaque.

Souffler une boule dans un point du tube autre que l'extrémité. — On commence par boucher une des extrémités du tube avec un bouchon de liège ou de cire, puis on chauffe le point où l'on veut faire la boule en tournant le tube sur lui-même, de manière à chauffer partout également. Lorsque le verre est suffisamment ramolli, on souffle par l'extrémité ouverte, en modérant l'accès de l'air pour ne pas obtenir une boule difforme. On chauffe une seconde fois, et, en donnant un peu plus d'air, on obtient une boule bien faite.

Cette manière de souffler les boules ne permet d'en obtenir ainsi que d'un diamètre peu considérable par rapport à celui du tube. Nous allons indiquer comment on doit s'y prendre pour avoir des boules d'un grand diamètre avec de petits tubes.

Deux moyens sont employés à cet effet.

Le premier, qui est assez borné, consiste à refouler le verre du tube comme l'indique la figure 19, puis, lorsqu'il y a suffisamment de matière, à souffler la boule comme à l'ordinaire.

Le second procédé, au lieu de refouler le tube au point où l'on veut faire la boule, consiste à y souder une portion de tube d'un diamètre beaucoup plus considérable, et qui, avec peu de travail, donnera l'étoffe de la boule à obtenir.

§ III. USTENSILES DIVERS.

Tubes de Woolf. — Ce sont des tubes courbés diversement. Nous allons indiquer le travail d'une courbure, car les autres n'en seraient que la répétition. On place la partie à courber dans la flamme en lui imprimant un mouvement de rotation,

tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, afin d'amollir le verre dans une étendue de 3 à 4 centimètres (1 pouce 2 lignes à 1 pouce 6 lignes), puis on le courbe, non brusquement, mais peu à peu, de manière à obtenir une courbe arrondie et non anguleuse. La figure 20 donne la figure des tubes de Woolf diversement courbés.

Siphon simple. (*fig.* 21.) — C'est une simple courbure, mais s'étendant sur une plus grande surface, aussi doit-on chauffer d'abord un point que l'on courbe légèrement, puis chauffer à côté, et ainsi successivement jusqu'à l'entière courbure. Il faut surtout savoir assez ménager une température uniforme dans la partie du verre chauffée pour que la courbure soit bien arrondie et non saccadée.

Siphon composé. (*Fig.* 22 A et B.) — Après avoir choisi et courbé le tube comme nous venons de l'indiquer, on bouche une des deux extrémités avec un bouchon de liège et on chauffe fortement le point où l'on veut souder le tube aspirateur, puis, lorsque le verre est suffisamment ramolli, on souffle tout d'un coup de manière à obtenir une énorme boule dont ne laisse que la collerette. Le petit tube étant préparé de la même manière, on les soude comme nous l'avons indiqué à l'article de la soudure.

Tube en S *simple.* (*Fig.* 23.) — On opère les deux courbures ainsi que la figure l'indique, comme pour le siphon ordinaire. Pour cela on chauffe un peu plus que la partie que l'on veut courber, et, lorsqu'elle est suffisamment ramollie, on le courbe en amenant la branche courbée parallèlement au reste du tube, puis on procède à l'autre courbure absolument de la même manière.

Cloches droites et cloches courbes. (*Fig.* 24 *et* 25.) — Ce sont des tubes d'un assez fort diamètre fermés par un bout et présentant les formes indiquées par les figures. Elles sont faciles à faire ; aussi n'entrerons-nous dans aucun détail sur leur construction.

Tube à thermomètre. — Le réservoir du thermomètre devant être d'un diamètre assez considérable par rapport au tube capillaire, on est forcé de les souder ensemble (*fig.* 26). Pour souder ce réservoir, on opère comme nous l'avons indiqué à l'article spécial de la soudure des tubes. Puis on ferme l'extrémité du réservoir, et lorsqu'il est fermé, on souffle un peu dans le tube capillaire pour bien arrondir la boule ou la calotte du cylindre.

Chalumeaux et pipettes. — On prend un tube dont le diamètre varie suivant les besoins. On expose la partie *a* à la flamme et on la tire en pointe; puis on y souffle des boules dans les positions indiquées figures 27 et 28.

On fait également les pipettes d'une boule placée entre deux tubes effilés (*fig.* 29). On prend un tube de verre de 2 décimètres (7 pouces 5 lignes) de longueur et de 2 centimètres (9 lignes) de diamètre (*fig.* C). On expose la partie *a* à la flamme, puis on la tire, et l'on fait de même en *b*, comme l'indique la figure en B. On bouche à la lampe le tube *d*, et l'on chauffe le renflement; lorsqu'il est suffisamment ramolli, on souffle par le tube *c* pour donner à la boule la grosseur convenable. On obtient ainsi la pipette, figure 29, A.

Entonnoir soufflé. — On opère comme ci-dessus, mais lorsque l'on a obtenu la pipette figure 29 A, on ferme un des tubes, comme l'indique la figure 30 A, puis on en chauffe le bout fermé, comme il est indiqué en B, et l'on continue à chauffer. On souffle vivement par le tube ouvert et l'on obtient en *d* (*fig.* C) une boule irrégulière, en général si mince qu'elle se crève avec bruit. On la casse jusqu'à *a* et *b*, puis on fond le bord à la lampe. Le résultat est un entonnoir figuré en D.

Aéromètre à boule. (*Fig.* 31.) — On choisit un tube bien cylindrique, dont la longueur et le diamètre varient suivant l'usage de l'aréomètre. On forme l'extrémité B à la lampe; on chauffe ensuite le tube en *ab*, en refoulant la matière et pour

y souffler la boule C. Cette boule étant soufflée, on ferme la partie *d*, qui doit être distante de la première boule de 4 centimètres (1 pouce 6 lignes). On refoule un peu la matière pour y souffler la boule D, dont le diamètre est de 15 millimètres (7 lignes); l'instrument étant ainsi préparé, se leste avec du menu plomb. Pour le lester avec du mercure, il faut alors fermer la partie du tube C, près de la boule D, et laisser une petite tige à la boule DN. Opérant alors comme ci-dessus, on obtiendra l'aréomètre figuré figure 32.

Aéromètre à cylindre. — On soude sur un tube de verre cylindrique auquel tient la boule qui doit contenir le lest, un tube de plus fort diamètre (*fig.* 33, A, B, C, D). On chauffe alors les parties comprises entre *ab* et *cd*, en les évidant de manière à leur faire prendre la disposition indiquée par *ab* et *cd*, figure B. Pour former le renflement qui doit contenir le lest, on chauffe la partie *e* du tube, puis on le tire en pointe, en ayant toutefois la précaution de ne pas intercepter la communication entre le cylindre et le réservoir. La portion du tube inutile, on la sépare; le rétrécissement *ab* étant ferme, on le chauffe de nouveau, puis, en soufflant par l'extrémité ouverte, on y fait naître une boule que l'on fait éclater. Après avoir laissé seulement une collerette comme l'indique E, figure 33, on la place avec le tube à souder dans le jet de flamme, et on les chauffe en les rapprochant pour refouler la matière. Enfin, en chauffant de nouveau cette partie, on souffle par l'extrémité E en tirant un peu les tubes pour leur donner le diamètre du plus petit. On ferme alors le tube *cd* en exposant cette partie à la flamme et refoulant la matière; on obtiendra ainsi facilement l'instrument indiqué en D, figure 33.

Tube en S *à boule.* — Un tube d'un mètre (3 pieds) est coupé en deux parties qui sont entre elles comme 4 : 6. A l'extrémité du plus long (*fig.* 34, B, A) on soude une boule CD destinée à faire l'entonnoir. On ferme au moyen d'un long bouchon de liège la partie inférieure de cet entonnoir, puis on y

soude en B la boule EF ; la partie F est ensuite réunie au tube GH, ce qui donne l'ensemble *a*. Il ne reste plus ensuite qu'à le courber, comme l'indique le pointillé, ce que l'on fait comme pour le tube en S simple.

Tubes de Walter ou de sûreté. — Le tube en S ayant la disposition indiquée en *a* (*fig.* 34), on le soude sur le tube A, B, C, (*fig.* 35), après avoir formé une collerette en B comme à l'ordinaire. On ferme avec un bouchon l'entonnoir et l'extrémité C du tube de Woolf ; puis on le soude, ainsi que l'indique la figure 36. Enfin, on lui donne les courbures indiquées figure 37.

Tube de Liébig. (*Fig.* 38.) — Ainsi que l'indique la figure A, on soude les diverses pièces *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, puis on souffle les boules *b*, *d*, *f*; et on donne, comme il a été indiqué précédemment, les courbures ainsi que le montre la figure B.

Burette. — Après avoir fermé un tube d'un large diamètre (*fig.* 39 A), on chauffe le point *b* et on y forme une boule volumineuse que l'on brise pour garder seulement une petite collerette. On y soude alors un tube de petit diamètre, auquel on donne la position indiquée à la figure B.

Nous ne pouvons entrer ici dans le détail concernant tous les instruments de chimie ou de physique que l'on peut fabriquer à la lampe ; mais les exemples que nous avons cités suffisent, car ils contiennent toutes les difficultés.

§ IV. FABRICATION DES YEUX D'ÉMAIL.

Ces yeux artificiels se préparent avec des émaux colorés, dont il est nécessaire d'avoir une collection très-complète, les nuances naturelles étant excessivement variées.

Voici maintenant comment on procède à la préparation des yeux artificiels : on commence par fabriquer les yeux de petite dimension, parce qu'ils sont plus faciles à faire. On prend un petit morceau de fil-de-fer dont une des extrémités est main-

tenue dans la pince (*fig.* 40), et l'autre placée dans le dard, en même temps qu'on y expose le petit bout du cylindre d'émail de la couleur de l'iris de l'œil que l'on veut faire, jusqu'à ce qu'il commence à fondre; alors on en attache à la pointe du fil-de-fer, la quantité nécessaire pour former la grosseur du globe de l'œil (*fig.* 41). On en forme un petit globe en le tournant à la flamme, on l'aplatit comme l'indique la figure 42; puis on y place le point d'émail noir qui doit faire la prunelle. On chauffe pour faire adhérer les deux émaux, puis on fond un peu de glace que l'on applique sur le tout, pour imiter l'humeur vitrée et lui donner tout son éclat. L'œil a alors la forme A profil, B face, figure 43.

Il faut continuer à chauffer jusqu'à ce que la glace soit étendue sur tout le globe de l'œil, puis on le laisse refroidir lentement, car il pourrait bien se fendre par le refroidissement si l'on n'agissait pas ainsi. On peut, pour ce genre d'yeux, réunir plusieurs fils-de-fer ensemble et les faire successivement, parce que, en les ayant sous les yeux, on est plus certain de les faire de grandeur égale.

Lorsque les yeux sont d'un diamètre plus considérable, on prépare des fils-de-fer bien recuits, de 81 à 108 millimètres (3 à 4 pouces) de longueur, et dont la force doit être proportionnée à la grandeur de l'œil que l'on veut faire. On les courbe dans leur milieu et on tord les deux extrémités réunies (*fig.* 44). C'est le cercle que forme ainsi le fil-de-fer qui est le diamètre de l'œil. On assujettit la partie tordue des fils-de-fer dans la pince; alors on remplit ce cercle de l'émail qui doit former la base de l'œil, en l'étendant de la circonférence au centre, et lorsqu'il est en quantité suffisante, on le presse pendant qu'il est encore chaud, avec la pince plate, afin qu'il s'étende également dans toute la circonférence. On le repasse au feu pour le consolider, après quoi on y applique la prunelle, qui est une goutte d'émail noir qu'on pose au centre. Celle-ci fondue et incrustée dans l'iris, on les couvre de glace

l'une et l'autre, et on fait chauffer jusqu'à ce que ces parties soient bien liées et que la glace recouvre tout l'iris. Alors on pose l'œil sur des cendres chaudes, afin de laisser refroidir lentement, sans quoi on courrait risque de le voir casser; on le retire ensuite du fil-de-fer en détordant celui-ci. Ce moyen n'est employé que pour des yeux de moyenne grandeur.

Pour les yeux de grande dimension, on les souffle. On emploie à cet usage un tuyau de pipe, au bout duquel on applique un peu d'émail blanc, qu'on chauffe pour, dès qu'il est ramolli, y introduire un peu d'air. Cet émail forme un globe plus ou moins gros, suivant que le vent a été plus ou moins violent. Lorsque le globe est suffisamment gros, on applique dans son milieu, et perpendiculairement à la pointe du tuyau de pipe, la quantité d'émail nécessaire pour faire l'iris; on incorpore le second émail avec le premier, en le présentant au feu et ayant l'attention de tourner continuellement le tuyau de pipe entre les doigts, afin que cet émail s'étende également et forme un iris bien rond. Si cet iris doit être de diverses couleurs, comme celui de l'homme par exemple, on y distribue, en rayons divergents, plusieurs petits filets d'émail convenable; on présente l'œil au dard jusqu'à ce qu'il ait fait corps avec le fond de l'iris. On place la prunelle, qu'on fait chauffer de même, enfin on applique la glace.

Comme il est presque impossible que le globe ne se déforme pas par les pressions qu'on exerce à sa surface, par la chaleur qui chasse l'air qu'il contient, on doit avoir la précaution d'y insuffler de l'air de temps en temps. Cette opération est surtout nécessaire, lorsqu'on a appliqué la glace, et qu'elle s'est étendue sur toute la surface de l'iris.

Lorsque l'œil a sa grosseur et sa forme, on le détache du tuyau de pipe. Pour cela, après que l'air y a été introduit, on bouche l'entrée du tuyau avec le doigt, et on expose la partie postérieure de l'œil au feu. L'air raréfié par la chaleur, se fait jour à l'endroit le plus chauffé. On prolonge cette ou-

verture en tournant tout autour du tuyau la pointe du dard, ou la pince plate, ou même un fil-de-fer, et on ne laisse qu'un point par lequel l'œil reste attaché. On le fait chauffer également partout, puis on l'expose à une douce chaleur. Ce n'est que lorsqu'il est complètement refroidi qu'on le détache du tuyau de pipe.

La préparation des yeux artificiels exige de la pratique et surtout la connaissance exacte de la qualité du dard de la lampe. En effet, si ce dernier était fumeux, les émaux seraient altérés plus ou moins profondément, tandis que lorsque la flamme est bien claire, ils conservent leur transparence et leur couleur.

§ V. FILAGE DU VERRE, GLOBES DE VERRE POUR FLEURISTES, ETC., ÉPINGLES A TÊTE D'ÉMAIL.

Depuis quelques années, on s'est servi des émaux filés, pour tisser, en les mélangeant avec de la soie, des étoffes excessivement riches. Le magnifique poêle qui recouvrait le cercueil de Napoléon lors de sa translation aux Invalides, avait tous les dessins ainsi formés. Nous allons indiquer les moyens employés pour la filature du verre.

On se procure un dévidoir d'un certain diamètre qu'une personne est chargée de tourner. Plus le mouvement est rapide, plus le fil est fin et régulier. On fond l'extrémité du tube d'émail que l'on veut filer. On le tire, et le bout de fil étant accroché au dévidoir, on tourne rapidement ce dernier. La personne placée à la lampe, et qui tient le tube d'émail, n'a à s'occuper que de fournir continuellement de la matière suffisamment ramollie.

Le fil obtenu est très-fin, luisant, nacré, excessivement doux et soyeux.

Les fleuristes emploient pour imiter les grappes de groseilles, les raisins, etc., de petits globes de verre que l'on

obtient à la lampe en soufflant de petits tubes très-minces. On les ferme à une extrémité, puis, lorsque le verre est suffisamment chaud, on souffle la boule comme nous l'avons indiqué précédemment, et pour la détacher, aussitôt qu'elle est d'une grosseur convenable, on touche l'endroit où on veut la couper avec un morceau de fer un peu mouillé. Le verre éclate en cet endroit, et la boule se détache. Si les tubes de verre sont colorés, les globes obtenus auront la même couleur.

On vend une quantité considérable d'épingles à têtes noires, ou à tête représentant de petits oiseaux, des animaux, etc. On emploie pour la tige les aiguilles de rebut, et on soude à la tête soit de l'émail d'une seule couleur que l'on fond en globule et qu'on laisse refroidir, soit un émail quelconque auquel on donne la forme du corps et du cou d'un oiseau, puis on soude les ailes. Pour les yeux et les changements de couleurs, on met des points ou des filets diversement colorés, suivant le besoin (*fig.* 45).

§ VI. PERLES ARTIFICIELLES.

La perle fausse est un petit corps de verre creux communément rond, quelquefois allongé, ou de forme méplate, enduit intérieurement d'une couleur argentée du même ton que la perle naturelle, et rempli de cire qui lui donne de la solidité.

Lorsque l'ouvrier veut travailler, il prend un tube préparé dont le diamètre soit en raison du calibre des perles qu'il se propose de faire; il le présente à la flamme, il l'y meut, le promène et le roule entre ses doigts sans permettre cependant que l'extrémité qu'il fait chauffer abandonne le feu; surtout il a grand soin d'empêcher que la matière en fondant ne vienne à boucher tout-à-fait l'orifice de cette extrémité.

Dès que la fusion a rendu la partie chauffée suffisamment molle, l'ouvrier retire promptemant le tube, le porte à la

bouche et souffle avec force à plusieurs reprises précipitées, jusqu'à ce que la petite boule ait acquis le diamètre demandé. Il sépare ensuite du tube, par deux ou trois petits coups de lime, la perle qu'il vient de former et qui tombe percée à ses deux pôles dans un récipient nommé carton.

Pour que la perle soit en état d'être livrée au metteur en œuvre, il ne s'agit plus que de border, c'est-à-dire, d'adoucir les angles ou arêtes coupantes de celui des trous qui n'a pas été directement exposé à la flamme. Cette opération consiste à présenter au dard de la lampe le trou ou œil de la perle duquel le pourtour est tranchant, et à l'y soutenir un instant par un fil métallique planté dans le trou de la perle.

Pour souffler les perles dites *grand beau*, l'ouvrier prend un tube convenable et le place au centre du dard. Il y tient jusqu'à ce que la matière, en se rapprochant par l'effet de la fusion et par le refoulement, ait formé à l'extrémité du tube une petite masse ronde et sans vide intérieur.

Lorsqu'elle est suffisante pour produire une perle par son développement, l'ouvrier souffle modérément dans le tube et forme un globule creux à son extrémité. Pour percer la perle, l'ouvrier prend avec la main gauche le tube qu'il tenait auparavant de la droite, et de celle-ci saisissant un tube semblable au premier, il le chauffe et le pose ensuite sur la perle où il s'attache; puis, un instant après, donnant un petit coup sec du troisième et quatrième doigts de la main droite contre le tube que soutiennent le pouce et l'index de la même main, il arrache par ce moyen une petite pièce de la perle; car étant plus mince que le tube, elle n'a pu résister au choc qu'on vient de lui faire éprouver.

Sans perdre de temps, l'ouvrier approche cette ouverture de la pointe de la flamme afin de l'y border, tandis que l'autre main, armée du tube qui lui a servi d'emporte-pièce, le présente au centre du feu, et procède comme ci-dessus à l'effet de souffler une seconde perle; mais cette fois l'ouvrier, après l'avoir

soufflée, abandonne le tube entre ses lèvres, et pendant que la main droite se trouve libre, il s'en sert pour saisir une lime et séparer la première perle d'avec le tube avec lequel elle était adhérente; puis, ayant posé la lime, la même main s'empare du tube qui vient d'être séparé de sa perle, et sa gauche ayant repris celui qu'il avait à sa bouche, la seconde perle se trouve précisément dans la même position où était la première quand on l'a bordée.

La nature présentant des perles irrégulières nommées *perles baroques*, on a cherché à les imiter. On y réussit fort bien, en pressant en différents sens la perle encore chaude et flexible contre le bout d'un tube de verredier, ou contre la pointe d'une bruxelles; ce qui interrompt la régularité et produit des sinuosités à sa surface.

Pour les plus belles espèces de perles, on emploie des tubes de cristal coloré dont la beauté se reporte sur l'objet que l'on fabrique.

Quant à l'introduction de l'essence d'orient et de la cire dans les perles, nous renvoyons nos lecteurs au *Manuel du Bijoutier*, de l'*Encyclopédie-Roret*.

On peut également préparer de grosses perles de toutes couleurs, en prenant des émaux divers que l'on fait fondre et que l'on enroule sur un fil de laiton. Une fois qu'elles sont arrondies et refroidies, on coupe le fil de laiton, si on ne peut en enlever la perle, et on le dissout dans de l'acide azotique étendu d'eau.

§ VII. JOUETS, ANIMAUX, ETC., FABRIQUÉS EN ÉMAIL.

Nous ne pouvons entrer dans tous les détails relatifs à la confection des objets si variés que l'on peut faire à la lampe d'émailleur. Nous nous contenterons de quelques exemples, car on ne peut poser des règles, l'intelligence et l'habitude indiquant bien vite les moyens les plus commodes.

Si l'émailleur se propose de faire une figure d'homme ou d'animal, qui soit solide et de quelque grandeur, il commence par former un bâti de fil-de-fer, il donne à ce bâti la disposition géuérale des membres de la figure à laquelle il servira de soutien. Il prend le bâti d'une main, et une baguette d'émail solide de l'autre : il expose cet émail à la lampe, et lorsqu'il est suffisamment ramolli, il l'attache au fil-de-fer, sur lequel il le contourne au moyen du feu, de ses pinces rondes et pointues, de ses fers, de ses lames de canif, tout comme il le juge à propos; car les émaux sont extrêmement tendres et se modèlent au feu comme de la pâte; il continue son ouvrage comme il l'a commencé, employant et les émaux, et les verrres, et les couleurs, convenables à l'ouvrage qu'il a entrepris.

Si la figure n'est pas solide, mais qu'elle soit creuse, le bâti de fil-de-fer est inutile : l'émailleur se sert d'un tube de verre ou d'émail creux, de la couleur dont il veut que soit le corps de la figure; quand il a suffisamment chauffé ce tube à la lampe, il le souffle; l'haleine portée le long de la cavité du tube jusqu'à son extrémité qui s'est bouchée en se fondant, y est arrêtée, distend l'émail par l'effort qu'elle fait en tous sens et le met en bouteille; l'émailleur, à l'aide du feu et de ses instruments, fait prendre à cette bouteille la forme qu'il juge à propos, par exemple celle du corps d'un oiseau. Lorsque le corps est formé, il en allonge le cou, le contourne; il forme le bec et la queue; il prend ensuite des émaux de couleurs convenables, avec lesquels il fait les yeux; il ourle le bec, il forme les ailes et les pattes, et l'animal est achevé.

Nous devons ici faire observer que très-souvent, lorsque le pelage est très-varié, le corps se fait d'une couleur uniforme, puis on le colore artificiellement avec des couleurs broyées au vernis fin.

Une petite entaille pratiquée avec le tiers-point à l'en-

droit où le tube commence et la pièce finit, en détermine la séparation. On le sépare également à la lampe.

§ VIII. DES ÉMAUX.

Les émaux sont des verres diversement colorés et très-fusibles. Nous allons donner la composition des principales couleurs.

Email blanc.

On prend :

Plomb.	86,96
Etain.	13,04
	100

L'on fait chauffer au rouge à l'air libre, et l'alliage fondu entre en ignition et s'oxyde par places. Avec un ringard on rejette sur les côtés l'oxyde formé, de manière à maintenir la surface parfaitement éclatante. Lorsque tout l'alliage est oxydé, on broie la poudre et on la délaie dans l'eau. On laisse déposer la poudre la plus grossière, on décante la liqueur trouble, de laquelle on retire la poudre la plus fine, on obtient ainsi la *calcine* ou *stannate de plomb*.

On prend alors :

Sable siliceux.	26,31
Calcine.	52,62
Carbonate de potassium. . . .	21,07
	100

On place le mélange dans un creuset qu'on soumet à une température suffisante pour déterminer un commencement de fusion à la surface du mélange.

Autre émail blanc.

Cristal bien blanc.	66,66
Calcine.	33,34
	100

On fait fondre ces deux substances ensemble.

Autre composition.

Cristal.	66,88
Oxyde d'étain..	13,33
Sous-borate de sodium.	13,33
Acide arsénieux..	4,46
	100

Autre composition.

Verre blanc.	57,14
Sous-borate de sodium.	19,05
Antimoine diaphorétique lavé. .	19,05
Azotate de sodium.	4,76
	100

Email brun.

Minium..	57,63
Sable..	27,12
Péroxyde de manganèse.. . . .	15,25
	100

Email jaune.

Minium..	80
Acide stannique.	10
Oxyde d'antimoine.	10
	100

Email noir.

Cristal.	44,28
Oxyde de cuivre.	5,71
— de fer.	5.71
— de cobalt.	5,71
— de manganèse.	5,71
Sous-borate de sodium.	32,88
	100

Email orangé.

Minium.	60,00
Oxyde d'antimoine.	20
Sable.	15
Sulfate de fer calciné.	5
	100

Email rouge.

Colcothar.	7,70
Sulfate de fer calciné.	46,15
Flux.	46,15
	100

Email vert.

Fritte de l'émail blanc.	96,22
Deutoxyde de cuivre.	3,43
Safran de mars.	0,35
	100

ÉMAUX ANGLAIS, D'APRÈS MACKENSIE.

Fondants.

N° 1.

Minium..	45,71
Borax calciné.	8,57
Silex pulvérisé.	11,43
Flint-glass.	34,29
	100

N° 2.

Flint-glass.	93,33
Acide arsénieux..	3,34
Azotate de potassium..	3,33
	100

N° 3.

Minium	25
Flint-glass	75
	100

N° 4.

Minium	41,30
Borax	19,56
Flint-glass	39,14
	100

N° 5.

Flint-glass	33,33
Fondant n° 2	22,22
Minium	44,45
	100

N° 6.

Fondant n° 2	64,51
Minium	25,80
Silex pulvérisé	10,69
	100

N° 7.

Fondant n° 4	85,72
Colcothar	12,23
	100

N° 8.

Minium	50
Borax non calciné	33,32
Silex pulvérisé	16,68
	100

ÉMAUX.

Email jaune.

Minium..	80
Oxyde d'antimoine.	10
Oxyde d'étain.	10
	100

Email brun Wandick.

Fondant n° 4.	75
Limaille de fer.	25
	100

Faites fondre dans un creuset, retirez le mélange et prenez-en cinq parties que vous unissez à une d'oxyde de cobalt.

Email noir.

Terre d'ombre calcinée au noir.	13,33
Oxyde noir de cobalt.	19,66
Fondant n° 4.	67,01
	100

Autre émail noir.

Terre d'ombre calcinée à noir. .	20
Oxyde noir de cobalt.	20
Flint-glass.	21
Minium..	24
Borax..	15
	100

Émail orangé.

Minium..	60
Oxyde d'antimoine.	20
Sulfate de fer calciné.	5
Silex en poudre.	15
	100

ÉMAUX DE MM. PARIS ET AMI.

Composition du cristal mère.

Sable blanc.	186
Minium.	155
Carbonate de potassium. . . .	70
Péroxyde de manganèse. . . .	1,15
Acide arsénieux.	0,12

Ces matières sont fondues ensemble.

Email rouge transparent.

Cristal..	31
Borax.	4
Pourpre de Cassius.	0,30
Péroxyde de manganèse. . . .	0,60

Email bleu transparent.

Cristal.	35
Borax.	4
Oxyde de cobalt.	4

Email bleu opaque.

Cristal..	31
Phosphate des os de mouton. .	4
Borax.	6
Oxyde de cobalt.	4
Acide arsénieux.	1

Émail blanc.

Cristal.	31
Acide stannique.	6
Borax.	6
Acide arsénieux.	1

Email violet.

Cristal.	31
Borax.	4

Péroxyde de manganèse.	4
Oxyde de cobalt.	0,33

Email vert transparent.

Cristal.	31
Cendres bleues.	4
Borax. . . . . :	2

Email vert opaque.

Cristal.	31
Cendres bleues.	4
Os de pied de mouton.	4
Borax.	8
Acide arsénieux.	2

Email noir.

Cristal.	31
Oxyde de cuivre.	4
— de fer.	4
— de cobalt.	4
— de manganèse.	4
Borax.	8

Email gris.

Cristal.	31
Bleu d'azur.	6
Borax.	4

DEUXIÈME PARTIE.

LE SOUFFLEUR AU CHALUMEAU.

En docimasie, en minéralogie surtout, il est excessivement important de connaître d'avance quels sont les principes qui entrent dans la composition du minéral que l'on examine. Ces opérations qui se font en général sur des quantités extrêmement petites et sans prendre de pesées, s'exécutent au moyen d'instruments connus sous le nom de *chalumeaux*. Nous décrirons successivement les divers instruments connus sous ce nom, les combustibles qu'on emploie, la nature et l'effet du dard, les supports, les instruments accessoires, les réactifs, le mode d'opérer, enfin les phénomènes caractéristiques.

CHAPITRE PREMIER.

DESCRIPTION DES CHALUMEAUX. — COMBUSTIBLES. — NATURE ET EFFETS DU DARD. — CHALUMEAUX A HAUTE TEMPÉRATURE. — DES SUPPORTS. — INSTRUMENTS ACCESSOIRES. — RÉACTIFS. — COLORATION DES FLAMMES.

§ I. DESCRIPTION DES CHALUMEAUX.

Cet instrument simple et commode sert à produire un jet de flamme pointu, ou *dard*, dont la température est très-élevée, et c'est dans ce dard que l'on expose la substance que l'on veut examiner.

On connaît diverses sortes de chalumeaux : 1° les chalumeaux à bouche ; 2° les chalumeaux mécaniques.

Le plus ancien chalumeau était formé d'un tube conique

en fer recourbé à angle droit et terminé par un orifice de la largeur d'un trou d'aiguille (*fig.* 46). Tel est encore le chalumeau dont se servent les bijoutiers et les horlogers.

Bergmann ayant remarqué que l'eau d'insufflation obstruait souvent le petit orifice, ce qui contrariait singulièrement les opérations pyrognostiques, adapta au chalumeau une chambre demi-cylindrique, dans laquelle la vapeur d'eau se condensait et se déposait (*fig.* 47).

Gahn, élève et émule de Bergmann, modifia le chalumeau de ce dernier en faisant la chambre cylindrique et l'extrémité du chalumeau de deux pièces. Il l'a rendu ainsi plus portatif et plus durable (*fig.* 48).

Enfin, les figures 49, 50, 51 donnent la représentation des chalumeaux de Woigt, de Tennant et de Wollaston. Nous ne les décrirons pas, car ils ne sont pas en usage. On emploie ordinairement le chalumeau de Gahn.

La pratique et l'expérience ont prouvé que les chalumeaux les plus convenables doivent avoir de 20 à 25 centimètres (7 pouces 4 lig. à 9 pouces 4 lig.) de longueur. On les construit ordinairement en argent, en fer bronzé ou en laiton. Les plus agréables et les moins oxydables, sont les chalumeaux d'argent.

L'extrémité par laquelle sort le courant d'air étant extrêmement mince et pénétrant souvent au centre d'une flamme excessivement chaude, est exposée à se fondre ou à se brûler, le fer, l'argent et le laiton étant oxydables et fusibles (les deux derniers surtout). On forme ces extrémités avec de petits becs de platine qui se fixent à frottement sur l'extrémité de l'instrument et qu'on peut enlever avec facilité. Comme ils sont sujets à s'obstruer par des dépôts charbonneux, il faut les nettoyer. Le nettoyage s'opère facilement en les plaçant sur un charbon ardent et les faisant rougir à blanc. Si par hasard cette opération n'était pas suffisante, il faudrait faire bouillir les becs dans une petite quantité d'acide azotique.

Il est bien d'avoir plusieurs becs de rechange en cas d'ac-

cident. Un bec de bonne qualité doit avoir le trou bien rond, ni trop gros, ni trop petit. Quand il se déforme par l'usage, on lui rend aisément sa régularité en passant au travers une aiguille à coudre et martelant le bec à très-petits coups.

M. Couerbe ayant remarqué que les chalumeaux alimentés par l'air des poumons ont l'inconvénient de projeter de l'eau sur la flamme et d'occuper la main droite de l'opérateur, en a fait construire un qui est exempt de ces inconvénients. Il lui a donné le nom de *forge du pyrognoste*. Il se compose d'une colonne support A (*fig.*7,*Pl.*1); d'un réservoir à air cylindrique C destiné à dessécher, par le moyen de chlorure de calcium qu'on y introduit, l'air insufflé dans l'appareil; d'un troisième réservoir E à huile, qui porte deux mèches concentriques; enfin d'une tige carrée T entrant à frottement dans la douille de la lampe.

Toutes ces pièces sont tellement disposées, que le réservoir d'air, à l'aide d'un cylindre de jonction F et de la vis qui le presse, peut remonter et descendre à volonté; que la lampe peut suivre le chalumeau dans sa marche; qu'elle peut s'avancer ou se reculer près de la colonne et par conséquent près du bec qui verse le vent sur la flamme; et qu'enfin elle peut tourner tout autour de la colonne, ce qui donne beaucoup de facilité pour arranger convenablement la mèche. On place le bec du chalumeau entre les deux mèches et on l'approche plus ou moins, selon que l'on désire produire le dard minéralogique ou le *flamber*.

On a donné le nom de chalumeau à bouche aux instruments décrits précédemment, parce qu'on s'en sert en soufflant dedans avec la bouche et dirigeant le jet d'air sur un combustible enflammé, pour en détacher un *dard*, à l'action duquel on soumet le corps que l'on veut essayer. Il faut s'accoutumer à produire un jet continu en aspirant et respirant par le nez, tenant toujours la bouche pleine d'air sans le faire passer par les poumons et l'expulsant par l'action seule des muscles des

joues sans faire aucun effort de la poitrine. Cet exercice, très-fatigant pour le commençant, s'acquiert avec facilité; cependant on a essayé de remplacer le jeu des muscles par des moyens mécaniques.

Le premier de ces chalumeaux mécaniques, est la lampe d'émailleur que nous avons décrite dans la première partie de ce Manuel; aussi n'y reviendrons nous pas ici. Il en est de même pour le chalumeau de Danger.

Un instrument qui me sert depuis quelques années, et que je trouve fort commode, est une véritable petite machine soufflante. Il se compose de deux corps de pompes munis de pistons. Les corps de pompes lancent l'air qu'ils contiennent, dans une caisse en tôle vernie, sorte de récipient à air, d'où ce dernier part pour se rendre au bec du chalumeau. Une soupape de sûreté est placée sur le récipient à air pour prévenir le danger de l'accumulation de ce fluide, qui pourrait occasioner la rupture du récipient. Un axe muni d'un volant et d'un excentrique met en mouvement les pistons, et le tout se meut au moyen d'une pédale. De cette manière les deux mains sont libres, on ne se fatigue point dans l'insufflation, puisqu'il n'y en a plus, et la variété de bec que l'on peut employer, permet d'opérer avec la plus grande facilité.

M. Pernot de Roussenne, de Bergerac, a inventé une sorte de chalumeau nommé par lui *gazo-zinc-chalumeau*, dont les effets semblent être avantageux.

Cet instrument, Pl. I, *fig.* 6 bis, se compose de deux récipients sphériques en cuivre rouge, *a b*, de 0,002 d'épaisseur, de 0,07 de diamètre intérieur. Ils se réunissent à vis latéralement.

On introduit dans la boule *a* les substances suivantes, nécessaires à la production de l'hydrogène :

Eau.	100
Acide sulfurique.	20

Acool ordinaire.	20
Zinc en grenaille.	30

La boule *b* sert de réservoir pour le gaz qui s'échappe par le tube effilé *f*. Ainsi que la figure le montre, le tube *f* remonte presque jusqu'à la partie supérieure du réservoir B, pour éviter que l'eau volatilisée et condensée ne s'écoule par le bec.

Cet appareil bisphérique est soutenu par un support cylindrique de cuivre *c*, entaillé à sa partie latérale pour le passage d'une lampe à deux mèches *d*, munie d'un manche *e* qui en facilite la manœuvre. La première mèche *f* sert à chauffer le récipient producteur du gaz; la seconde mèche *g* reçoit le jet de gaz, et forme le dard.

Ce chalumeau doit, en effet, présenter une haute température, puisqu'il résulte de l'union de la combustion de l'huile de la lampe à celle de l'hydrogène produit. Cependant, pour les essais docimasiques, il ne pourrait être employé à cause des propriétés réductives de l'hydrogène.

§ II. COMBUSTIBLES.

Dans les essais au chalumeau, on emploie pour combustibles, des chandelles, des bougies et des lampes à l'huile ou à l'esprit-de-vin.

Les chandelles donnent une bonne flamme, mais elles ont l'inconvénient de couler beaucoup, parce qu'on est obligé d'incliner la mèche dans la direction que l'on veut donner au dard. M. Danger évite cet inconvénient en plaçant la chandelle dans un tube à ressort (Pl. I, *fig.* 3 D), rétréci à sa partie supérieure sur une hauteur suffisante pour que le suif fondu puisse y être contenu et qu'il ne s'écoule pas par-dessus les bords.

Les mèches des bougies ordinaires sont trop petites pour pouvoir fournir un dard suffisamment échauffé, il faudrait

en faire faire exprès pour cet usage, avec de grosses mèches de coton.

Les lampes à l'alcool sont d'un usage agréable, car elles ne donnent ni fumée, ni odeur; mais elles ne fournissent pas assez de chaleur.

Les lampes à l'huile, qui sont maintenant universellement en usage, parce qu'elles chauffent fortement et qu'elles sont portatives, sont presque aussi multipliées dans leur forme qu'il y a de souffleurs. La plus simple et la plus commode est la lampe de Berzélius.

C'est un tube légèrement conique (*fig.* 53) de 12 centim. (4 pouc. 5 lign.) de longueur; son extrémité la plus grosse, qui a 3 centimètres (1 pouce 2 lignes) de diamètre, est munie d'une douille qui est destinée à recevoir une tige cylindrique en laiton, à laquelle la lampe est suspendue. L'extrémité étroite du tube n'a que 2 centimètres (9 lignes); vers cette extrémité le tube présente, à sa partie supérieure, une ouverture circulaire dont le diamètre est aussi d'euviron 2 centimètres (9 lignes); cette ouverture est garnie d'un anneau en cuivre taraudé à vis intérieurement. C'est par cette ouverture qu'on verse l'huile dans la lampe : la mèche s'introduit dans un petit bec oblong de fer-blanc fixé sur une plaque ronde de même métal, qui entre à plat dans l'ouverture. L'anneau de laiton est un peu plus large que l'ouverture de la lampe, en sorte que la plaque qui porte le bec et la mèche peut tourner librement sur le bord saillant qui se trouve au fond de l'anneau. Un écrou se vissant dans l'anneau sert à former le bec.

Pour se servir de cette lampe, on la monte sur un support au moyen de la douille, et on la tient à une hauteur convenable, soit à l'aide d'une vis de pression, soit au moyen d'un bouchon percé d'un trou dans lequel la tige entre à frottement, et que l'on peut hausser ou baisser à volonté. Le support se compose d'une tige ronde en laiton d'environ 3 décim. (11 pouces 1 ligne) de longueur, et d'une croix aussi en lai-

ton, faite de deux bandes longitudinales longues de 14 centim. (5 pouces 2 lignes) et larges de 1 centimètre (5 lignes), qui s'ajustent l'une sur l'autre à volonté, et au milieu desquelles est percé un écrou qui reçoit l'extrémité à vis de la tige. On démonte cet appareil quand on veut, et on peut en loger les diverses pièces dans un étui, de manière à ce qu'elles n'occupent que peu de place.

M. Danger a apporté quelques modifications à la lampe d'émailleur; nous n'y reviendrons pas, les ayant décrites à la première partie de ce Manuel.

§ III. NATURE ET EFFETS DU DARD.

On peut en général considérer la masse de flamme qui sort d'un foyer quelconque comme un mélange explosif d'air et de vapeur combustible en excès. La température des flammes est des plus intenses, car elle suffit pour décomposer un grand nombre de corps qui résistent à la plus haute chaleur des fourneaux, pourvu que ces corps soient à l'état de vapeur.

Ce ne sont pas les corps qui produisent le plus de lumière qui développent le plus de chaleur en brûlant. Pour qu'un gaz qui brûle soit très-lumineux, il faut qu'il tienne en suspension un corps solide. Nous le prouverons facilement par la combustion de l'hydrogène. Ce gaz pur est à peine lumineux, mais si nous plaçons au centre de la flamme un corps solide quelconque, de l'asbeste par exemple, la flamme devient très-lumineuse et d'un blanc brillant.

D'après ce que nous venons de dire, il sera facile de comprendre la nature compliquée de la flamme d'une lampe ou d'une chandelle. Cette flamme a, en général, la forme d'un cône aigu, terminé inférieurement par une hémisphère. On peut y distinguer quatre parties.

1° La base, qui est d'un bleu sombre; c'est la vapeur qui

brûle à peine, parce qu'elle n'a pas encore acquis une température suffisamment élevée.

2° Un cône intérieur obscur; c'est de la vapeur combustible très-échauffée, mais qui ne brûle pas, parce qu'elle n'est pas mélangée d'air. M. Davies a constaté l'exactitude de ce fait, en faisant voir que les corps très.combustibles, tels que le phosphore, le soufre, etc., ne brûlent pas quand on les place dans la partie obscure d'une flamme d'alcool.

3° La troisième partie que l'on observe dans la flamme d'une lampe, est une enveloppe conique très-éclatante : dans cette partie il y a combustion avec dépôt de charbon.

4° Enfin, en observant avec soin, on aperçoit une quatrième partie qui forme une enveloppe conique très-peu lumineuse, entourant la flamme, extrêmement mince et qui a sa plus grande épaisseur au sommet. Dans cette partie, la combustiou est complète, et c'est à son contact avec l'enveloppe lumineuse que la température de la flamme est la plus haute.

Lorsqu'on projette dans la flamme d'une lampe un courant d'air sortant d'un chalumeau dont l'orifice est très-étroit, il apparaît une langue de feu pointue et très-allongée, qui s'étend selon la direction du bec; c'est ce que l'on appelle le dard. Il faut, pour que le dard soit net et invariable, que l'extrémité du bec du chalumeau touche à la flamme et ne pénètre que très-peu; puisque le vent ne frappe jamais la mèche. Si l'on veut que la flamme soit volumineuse, on écarte la mèche un peu en tous sens, ou bien on la partage en deux parties, en dirigeant le bec entre ces deux parties et l'inclinant de 45°. Si le dard est irrégulier, cela vient de ce que le trou du bec n'est pas bien rond; si le dard offre une apparence de cavité à son centre, c'est parce que le trou du bec est trop grand. Pour produire la plus forte température possible, on doit souffler avec un certain degré de force ménagé : si l'on donne trop d'air, la portion qui ne se consume pas refroidit la

nune ; si le souffle est trop faible, la combustion n'est pas assez vive, et la chaleur n'atteint pas son maximum.

Le dard produit par le chalumeau a à peu près le même aspect que la flamme d'une lampe brûlant librement, mais sa constitution n'est pas tout-à-fait la même. Elle se compose de deux parties distinctes : la *flamme bleue* ou intérieure, qui a la forme d'un petit cylindre ; c'est de la vapeur combustible mêlée d'air, mais qui ne brûle pas, parce qu'elle n'est pas assez échauffée ; ce petit cylindre est enveloppé, surtout vers la partie antérieure ou extrême, d'une flamme étroite très-brillante qui résulte d'une combustion incomplète du gaz, et enfin le tout est environné d'une flamme presque invisible, dans laquelle tout le carbone est consumé. Le lieu de la plus haute température est dans la partie brillante vers l'extrémité de la partie bleue ; mais cette température est infiniment plus élevée dans le feu du chalumeau que dans les flammes ordinaires, parce que l'affluence de l'air comprimé détermine, dans l'unité de temps, la combustion d'une beaucoup plus grande quantité de matière. C'est à cette partie du dard que l'on a donné le nom de *flamme réduisante*. L'extrémité non lumineuse du dard oxyde, et d'autant plus vivement qu'on s'en éloigne davantage, pourvu que le corps soit maintenu à la chaleur rouge.

Lorsque l'on veut s'habituer à souffler au chalumeau, le premier exercice est nécessairement l'étude de l'insufflation ; lorsque le dard est convenablement fait, et que l'on peut souffler, sans s'arrêter, pendant une dixaine de minutes, on arrive à la connaissance de la flamme oxydante et de la flamme réduisante, en chauffant sur le charbon un petit grain d'étain que l'on oxyde et que l'on réduit alternativement. Lorsque l'on réussit bien dans cet exercice, alors on peut commencer à s'essayer sur des substances dont la composition n'est pas trop complexe.

§ IV. CHALUMEAUX A HAUTE TEMPÉRATURE.

Dans certains cas, les chalumeaux alimentés par l'air, quoique donnant des températures plus élevées que les meilleures forges d'essai, ne suffisent pas pour obtenir la fusion de certains corps. On a imaginé d'autres chalumeaux dont la température est tellement intense, que les corps, même les plus réfractaires, se fondent instantanément lorsqu'on les expose à cette température.

Le plus simple de ces instruments, est le chalumeau ordinaire que l'on alimente avec du gaz au lieu de l'air atmosphérique. Pour avoir le maximum de chaleur, il faut employer de l'oxygène bien pur.

La chaleur est encore plus forte lorsqu'on comprime le gaz au lieu de le faire jaillir sous la tension atmosphérique, et plus la pression est considérable, plus la chaleur est forte.

Le chalumeau à gaz hydrogène et oxygène mélangés dans la proportion convenable pour former de l'eau, fournit la température la plus élevée que nous ayons pu produire jusqu'ici.

Le chalumeau imaginé par Broke en Allemagne pour employer ce mélange, présente les plus grands dangers; cependant on peut s'en servir, pourvu que l'on agisse avec prudence. Cet instrument (*fig.* 54) se compose d'une caisse en tôle forte, à laquelle est adaptée, d'une part, une pompe foulante pour y introduire le mélange détonnant et l'y comprimer; pompe que l'on peut dévisser, et qui, étant retournée, sert à faire le vide dans la boîte; et, d'une autre part, un ajutage à robinet terminé par un tube capillaire en verre. On met le feu au mélange, qui sort par l'extrémité de ce tube, et si celui-ci vient à se fondre et à se boucher, il suffit d'en casser un petit bout pour le remettre en état de servir.

Pour éviter les accidents et les dangers que l'emploi de ce chalumeau présente, on a proposé divers moyens. 1° En fai-

sant passer le gaz à travers un tube recourbé rempli de mercure et placé dans la boîte, on espérait que le liquide interposé entre la flamme et le gaz empêcherait la combustion de se propager dans la boîte; mais il paraît que ce procédé n'est pas toujours efficace; 2° M. Berzélius a essayé de remplir le tube intérieur à travers lequel doit passer le gaz pour s'écouler avec des fils de cuivre, serrés les uns contre les autres; mais, lorsqu'on coupait ces fils, il en résultait un aplatissement à l'extrémité, qui bouchait les vides : on réussirait probablement beaucoup mieux en rendant les fils pointus par les bouts; 3° jusqu'à ce jour le meilleur moyen consiste à remplir le tube intérieur avec des rondelles de toile métallique présentant au moins 7 à 800 mailles au pouce carré. Cependant il convient, lorsqu'on fait usage du chalumeau de Newmann, de se mettre complètement à l'abri des explosions en plaçant la boîte dans une pièce qui soit séparée du lieu où l'on opère par une forte muraille au travers de laquelle on fait passer le tube qui conduit le gaz.

On obtient les mêmes effets, et sans aucun danger, en employant deux gazomètres, un pour l'hydrogène, l'autre pour l'oxygène. Les gaz complètement séparés se dégagent par deux tubes concentriques qui sont dans le rapport de 2 à 1. Il ne peut y avoir ainsi aucun danger, le mélange n'ayant lieu qu'à l'instant même de la combustion et en dehors de l'appareil.

On pourrait également projeter de l'oxygène au moyen d'une vessie ou d'un gazomètre, dans la flamme de l'hydrogène. L'effet produit serait le même.

M. Leeson emploie une bouteille en gomme élastique pour réservoir. Par ce moyen, il éloigne toute possibilité d'accidents. Pour préparer ces réservoirs, on prend une bouteille en caoutchouc, brune et sans dessins à la surface; on la met à tremper pendant un quart-d'heure environ dans l'eau bouillante, puis, quand elles sont refroidies, on introduit

dans le cou un tube de cuivre jaune portant près de son extrémité une saillie qui sert à fixer la bouteille et qu'on attache avec un fil ciré très-fort. Ce tube est muni d'un robinet et, à son extrémité libre, d'un pas de vis pour y fixer une pompe de compression au moyen de laquelle on fait entrer le mélange gazeux dans la bouteille. Lorsqu'elle a atteint un diamètre de 40 à 45 centimètres (1 pied 2 pouces 9 lig. à 1 pied 4 pouces 8 lig.), on cesse de la gonfler. Cet instrument peut donner un jet constant pendant une demi-heure à une heure, selon la force du courant que l'on veut établir.

Les divers chalumeaux dont nous venons de parler dans ce paragraphe ne sont pas employés par les docimasistes, car ils ne sont propres qu'à produire de hautes températures et nullement à faire reconnaître la nature d'une substance minérale ou de ses parties constituantes.

§ V. DES SUPPORTS.

Lorsque l'on soumet une substance à l'action du chalumeau, elle doit être placée sur un support quelconque. Voici les principales substances employées à cet usage :

Le *charbon*. — Il faut le choisir bien cuit et sans gerçures ; le charbon de pin est le meilleur, mais on peut faire usage également des charbons de saule, d'aune ou de buis. Il est essentiel que ces charbons laissent très-peu de cendres par leur combustion, et que ces cendres contiennent le moins possible de fer et de manganèse. On creuse avec un emporte-pièce en ferblanc affilé (*fig.* 55), ou avec la pointe d'un couteau, une petite cavité dans le charbon qui doit servir de support, pour y placer la matière à essayer. M. Berzélius recommande de creuser cette cavité dans la tranche du charbon perpendiculaire aux fibres du bois, parce que les flux s'étalent trop facilement sur les surfaces parallèles aux fibres. Le charbon est un des meilleurs supports.

Le *fil de platine* assez fin, mais cependant ayant encore assez de consistance pour ne point se plier de lui-même quand il est rouge, est excessivement employé. On le coupe en morceaux de 7 à 8 centim. (2 pouc. 7 lig. à 3 pouc.), et on le recourbé par un bout en forme de crochet (*fig.* 56). C'est ce crochet qui sert de support : après l'avoir humecté avec la langue, on l'enfonce dans le flux qui s'y attache; après quoi on fond celui-ci à la lampe, de manière à en former une goutte qui se fige et s'arrête dans la courbure. On humecte ensuite la *pièce d'essai* pour la faire adhérer au fondant préalablement solidifié, et l'on chauffe le tout ensemble. En général, toutes les oxydations et les réductions qui n'ont pour objet que les changements de couleur, doivent être faites sur le fil de platine.

Les *feuilles de platine* sont fort commodes. On les coupe en lames longues de 5 à 6 centimètres (1 pouce 10 lignes à 2 pouces 2 lig.) et larges de 12 à 15 millimètres (5 à 6 lignes). Le platine étant mauvais conducteur du calorique, on peut chauffer ces feuilles à la plus haute température par un bout et les tenir dans les doigts par l'autre sans se brûler.

Les *cuillères de platine* sont excessivement minces, de forme ronde, d'environ 7 millimètres (3 lignes) de diamètre et de 2 à 3 millimètres (1 à 1 ligne 1/2) de profondeur, emmanchées dans un fil fixé dans un bouchon de liège; mais le volume de ces cuillères est un obstacle à l'élévation de la température, et on les a presque complètement abandonnées pour faire usage des feuilles de platine mises en vogue par Wollaston.

Le *disthène* a été employé par Saussure. Ce minéral est, il est vrai, infusible par lui-même, mais il a l'inconvénient d'être attaquable par les fondants et même de devenir fusible par le contact de beaucoup de corps.

L'*argile réfractaire* employé par Smithson, qui en formait des pointes à support, est absolument dans le même cas que le disthène et doit être également rejeté.

Les *coupelles* employées par M. le Baillif sont très-avantageuses en ce que les matières s'étendant sur une grande surface, mettent les réactions pyrognostiques plus en évidence. Elles sont surtout avantageuses pour constater les phénomènes de coloration. On les prépare avec un mélange plastique de terre de pipe et de kaolin à parties égales. Pour les mouler, on a une petite lame d'ivoire (*fig.* 57) percée de trous circulaires de la grandeur des coupelles, et un petit pilon, également en ivoire (*fig.* 58), arrondi à son extrémité. On pose la lame sur la main; on remplit les trous avec le mélange préparé; et en posant le pilon dans chaque trou, on donne aux petites coupelles la forme intérieure qu'elles doivent avoir. On les détache, on les sèche, puis on les fait cuire à la chaleur blanche pendant au moins cinq minutes.

Enfin, pour reconnaître les substances qui contiennent de l'eau ou tout autre corps volatil, et ceux qui décrépitent, on emploie des tubes en verre de plusieurs formes.

1° Des *tubes ouverts* par les deux bouts, longs de 6 centim. (2 pouces 3 lignes) au moins et de 2 à 3 millimètres (1 à 1 ligne 1/2) de diamètre. Ils servent aux grillages (*fig.* 59).

2° Des *tubes de verre fermés par un bout*, de 2 à 3 millim. (1 à 1 ligne 1/2) de diamètre (*fig.* 60); on les emploie pour faire les sublimations à l'abri du contact de l'air.

3° Des *matras en verre*. — Ce sont des tubes de verre de 3 à 4 millimètres (1 1/2 à 2 lignes) de diamètre, fermés par un bout, mais renflés en forme d'œuf vers ce bout (*fig.* 61). On s'en sert pour chauffer les substances qui décrépitent, et pour en séparer de l'eau ou toute autre substance non combustible.

§ VI. INSTRUMENTS ACCESSOIRES.

Le service du chalumeau exige encore un assez grand nombre d'instruments accessoires, dont nous allons donner la description.

1° *Pinces*. Il y en a de diverses sortes : les unes sont armées de pointes de platine et servent à saisir de petites écailles dont on veut éprouver la fusibilité, et qui, abandonnées à elles-mêmes sur un charbon, seraient emportées par le vent du chalumeau. Ces pinces sont en acier ou en laiton (*fig.* 62) ; ces dernières doivent être assez résistantes pour que l'on puisse serrer fortement les boutons qui rapprochent les branches sans les endommager. Enfin, il faut avoir des brnxelles en cuivre ou en fer (*fig.* 64) pour arranger la mèche des lampes.

2° *Cisailles*. Elles sont à ressort et tranchantes, très-solides (*fig.* 63). On s'en sert pour détacher de petits grains d'essai sur un minéral que l'on craindrait d'endommager en le frappant avec le marteau.

3° *Marteaux*. Ils sont de deux sortes et en acier : l'un à tête ronde et à panne en forme de cône dont la pointe est arrondie (*fig.* 65) ; l'autre à tête carrée et à panne en forme de ciseau (*fig.* 66).

4° *Enclume*. C'est un parallélipipède d'acier, d'environ 80 millimètres (3 pouces) de longueur, de 30 millimètres (1 pouce 2 lignes) de largeur, et de 15 millimètres (7 lignes) d'épaisseur. Quand on veut piler dessus une substance quelconque, on enveloppe celle-ci ou on la couvre avec du papier pour empêcher les éclats de se disperser.

5° Un petit *couteau* ou un *canif* dont la pointe et la lame soient bien affûtés sans être très-aigus.

6° Des *limes* fines implantées dans des manches de bois. Il faut en avoir une triangulaire, une plate et une demi-ronde.

7° *Mortier et pilon en agathe*. Les plus commodes sont ceux de 50 millimètres (1 pouce 10 lignes) de diamètre.

8° *Loupes*. Les plus convenables sont les loupes de Wollaston. Elles sont faites avec deux verres égaux, arrondis d'nn côté, plans de l'autre : ces deux verres sont juxta-posés par leur surface plane, mais on introduit entre eux une feuille de platine excessivement mince, percée à son centre d'un trou

circulaire moins large que les verres. Par ce moyen, on agrandit le champ de la vision distincte, et l'objet ne paraît ni entouré d'auneaux colorés, ni déformé. On monte ces loupes comme il est indiqué *fig.* 67.

9° *Boîte à réactifs* (*fig.* 93). Elle a 25 centimètres (9 pouces 4 lignes) de longueur, 30 millimètres (1 pouce 2 lignes) de largeur, et à peu près autant de profondeur. Elle est en bois et divisée en autant de cases qu'on veut y mettre de réactifs. Chaque case est pourvue d'un convercle particulier, indépendamment du couvercle commun, qui est fixé à la boîte par des charnières de métal, et qui ferme au moyen d'un crochet. Les couvercles particuliers sont pourvus d'articulations taillées dans le bois et tournant sur un axe commun qui s'étend d'une extrémité à l'autre de la boîte : ces couvercles doivent être faits avec un très-grand soin, afin que, dans les transports, les réactifs ne puissent pas se mélanger les uns avec les autres.

10° Un *plateau de tôle* non étamé, de 30 à 40 centimètres (11 pouces 1 ligne à 1 pied 2 pouces 10 lignes) de côté, garni d'un rebord de 15 millimètres (7 lignes) de hauteur. Ce plateau, sur lequel on pose la lampe pendant les expériences, est destiné à recevoir les matières qui tombent; on en couvre le fond avec une feuille de papier blanc.

11° Un *flacon de fer-blanc verni* fermant à vis pour contenir la provision d'huile.

12° Un *étui quadrilatère de fer-blanc*, dans lequel on met, lorsqu'on voyage, deux ou trois charbons enveloppés dans du papier.

13° Une *petite boîte en tôle vernissée* dont l'intérieur est garni de coussins en soie; on met dans cette boîte les becs, les ajutages, les fils et feuilles de platine, les aiguilles, etc. etc.

14° Un *étui* de bois ou de fer-blanc pour mettre une provision de tubes de verre.

15° Un *briquet* ordinaire portant une poche dans laquelle

on met des pierres, de l'amadou, etc., ou un briquet phosphorique.

16° Une *paire de petits ciseaux*.

17° Une *lampe à alcool* en cristal, munie d'un couvercle usé à l'émeri et fermant bien (*fig.* 68).

18° De *petites capsules de porcelaine*, de 20 millimètres (9 lignes) de diamètre, ou des verres de montre. Les capsules sont préférables, étant moins sujettes à rompre.

19° Un *triangle-chevrette* en fer (*fig.* 69), destiné à servir de support pour les capsules et les creusets que l'on veut faire chauffer à la lampe. On le fixe à une tige, à la hauteur que l'on veut, au moyen d'une mâchoire à vis de pression (*fig.* 70). Le triangle est à charnière, et l'on peut le plier en son milieu pour qu'il tienne moins de place dans la trousse. Il porte sur ses côtés de petits trous destinés à recevoir l'extrémité recourbée de fils d'acier au moyen desquels on peut ainsi diviser le grand triangle en triangles plus petits pour poser dessus de très-petits objets.

20° Une *aiguille aimantée* avec une chape d'agate, tournant sur une tige d'acier (*fig.* 71 et 72), et un barreau aimanté renfermé dans un étui. L'aiguille aimantée sert pour reconnaître si une substance quelconque possède la vertu magnétique. Quand la vertu magnétique est très-faible, il peut arriver qu'elle ne soit pas assez puissante pour détourner l'aiguille de sa position naturelle; mais on peut rendre cette aiguille extrêmement mobile et susceptible d'obéir à la moindre force attractive ou répulsive par le moyen suivant, qui a été imaginé par Haüy. On place le barreau aimanté dans le plan de l'aiguille, posée sur son pivot et en repos, à une distance telle qu'il n'exerce aucune action sur cette aiguille, et dans une position retournée, c'est-à-dire les pôles de même nom se regardant; puis on approche peu à peu le barreau sans changer sa direction; l'aiguille se détourne par l'effet de la répulsion des pôles de même nom; et il arrive alors un moment où elle prend une

position à peu près perpendiculaire à celle qu'elle avait d'abord; on arrête alors le mouvement du barreau. Dans cet état de choses, la moindre force magnétique fera faire un mouvement très-appréciable à l'aiguille. Il est facile de concevoir cet effet; l'aiguille placée sur un pivot et en repos est retenue dans cette position par l'action magnétique du globe, et cette action produit une force de grandeur finie, qui est ce qu'on appelle la *force directrice* : il suit de là que pour qu'un corps doué de magnétisme puisse faire mouvoir l'aiguille, il faut que sa force attractive ou répulsive soit plus grande que la force directrice; mais lorsque l'aiguille est dérangée de sa position par l'action répulsive du barreau aimanté, sa force directrice est équilibrée par cette action, et il est évident qu'alors elle peut être mise en mouvement par un corps doué de la vertu magnétique la plus faible.

Tous les objets que nous venons d'énumérer sont placés dans une *trousse de maroquin*; de 1 mètre (3 pieds 1 ligne) de long et de 50 centimètres (1 pied 6 pouces 6 lignes) de large, à cases, que l'on peut rouler sur elle-même, et que l'on enveloppe dans un sac de toile.

Pour en faire usage dans un laboratoire, on la serre dans une *petite table* d'environ 50 à 60 centimètres (1 pied 6 pouces 6 lignes à 1 pied 10 pouces 2 lignes) de côté (*fig.* 73), et qui porte six tiroirs, un à droite et un à gauche, que l'on tient entièrement ouverts pendant que l'on travaille, et dans lesquels on place les objets les plus usuels; et quatre sur le devant, que l'on n'ouvre que quand cela est nécessaire, et dans lesquels on met tout ce dont on se sert le moins souvent. Chaque pièce est placée dans une petite boîte découverte, en fer-blanc ou en carton, et ces boîtes, quoique de grandeurs inégales, doivent remplir les tiroirs sans vides, quand elles sont placées près les unes des autres. Le dessus de la table est à rebord, afin que les objets que l'on y pose ne puissent pas rouler et tomber à terre : pour la commodité, il faut que les rebords soient plats et assez larges.

A ces divers objets nous devons encore en ajouter quelques-uns d'un usage beaucoup plus restreint, mais qui, à cause de leur utilité, doivent cependant prendre place dans cette énumération. Ils sont employés dans les essais quantitatifs par la voie sèche.

21° *Balance.* La construction de la balance est indifférente, pourvu que, chargée de 200 milligrammes, elle soit sensible à 0,1 de milligramme.

22° Une *série de poids.* On doit avoir un poids de 1,000 milligrammes, un de 500, un de 200, deux de 100, un de 50, un de 20, deux de 10, deux de 5, un de 2, deux de 1, un de 0,5, un de 0,2, deux de 0,1.

23° Une *pince en laiton*, dont les deux bouts sont courbés à angle droit.

24° Une *pince en acier*, à branches aplaties, dont la surface interne ne doit pas être rayée comme une lime, mais seulement dépolie.

25° *Mortier d'Abich* (*fig.* 74). Pour la pulvérisation des corps très durs, on se sert du mortier d'Abich; cet instrument permet d'éviter la perte des fragments de la matière que l'on pulvérise. Il se compose de trois parties : un socle AB en acier trempé, dont la face supérieure présente une excavation cylindrique, recevant exactement une bague DE, ajusté de manière qu'elle semble ne faire qu'un seul morceau avec lui; ces deux parties forment le mortier. Dans la bague DE entre à frottement très-doux le cylindre FC servant de pilon, dont le bout F est légèrement convexe. Lorsqu'on veut pulvériser un minerai, on l'introduit dans le cylindre creux DE, et on place dessus le cylindre plein FC. L'instrument étant ainsi disposé, est mis sur un corps élastique, comme, par exemple, une serviette repliée sur elle-même. Au moyen d'un marteau on frappe sur la partie arrondie du cylindre FC, tandis qu'on presse entre les doigts le cylindre creux DE. En démontant l'appareil, on trouve la matière réduite en une poudre gros-

sière, qu'on peut ensuite commodément broyer dans le mortier d'agate.

26° Un *ciseau* en acier trempé.

27° Un *couteau* à lame forte en acier bien trempé.

28° Une *main en laiton laminé* (*fig.* 75), destinée à faire le mélange du minerai d'or ou d'argent pulvérisé avec le borax et le plomb d'essai, et le verser dans les cartouches de papier sodé. Sa longueur est de 60 millim. (2 pouces 2 lignes.)

29° Une *spatule* de fer poli (*fig.* 76) longue de 90 millim. (3 pouces 4 lignes.)

30° Une *petite cuiller en ivoire* (*fig.* 77). Elle est large de 6 millimètres (3 lignes); son manche a la forme d'une spatule et sert à faire le mélange de la mine à essayer avec le plomb pur et le borax dans la main en laiton.

31° Un *petit pinceau* : il est indispensable pour détacher les poussières légères qui adhèrent au plateau de la balance, ou à la main de laiton.

32° *Vases en porcelaine émaillée* (*fig.* 78 *et* 79). On les emploie dans les essais quantitatifs au chalumeau, lorsqu'on est obligé de recourir aux procédés par la voie humide, comme, par exemple, pour la séparation de l'argent de l'or, pour la dissolution des scories, etc.

33° Une *pipette en verre*.

34° Une *petite scie à main* pour couper le charbon.

35° *Poussière de charbon*.

36° *Poudre de graphite ou d'anthracite*.

37° *Instruments pour percer le charbon*. Ils sont au nombre de trois.

A (*fig.* 80). Cet instrument sert à pratiquer des trous cylindriques dans les morceaux de charbon qui servent aux essais quantitatifs d'or, d'argent et de cuivre. Il se termine par quatre pyramides. Son diamètre est de 8 millimètres (4 lignes). Pour s'en servir, il faut l'appuyer perpendiculaire-

ment sur la surface du charbon qu'on veut creuser et le tourner sur son axe.

B (*fig.* 81). La coupe de cet instrument est une courbe ellipsoïde; son plus grand diamètre est de 21 millimètres (9 lignes 1/2), sa hauteur de 20 millim. (9 lignes). On l'emploie de la même manière que l'instrument précédent. On s'arrête lorsque la base de la tête se trouve de niveau avec la surface du charbon. C'est dans un trou pratiqué au moyen de cet instrument que l'on fait le grillage de plusieurs substances qu'on veut soumettre à un essai quantitatif.

C (*fig.* 82). Ce troisième est plus petit que les précédents, sa tête n'a que 5 millim. (2 lignes) de diamètre. Il sert à pratiquer des trous étroits et cylindriques.

38° Un *porte-charbon*. Cet instrument, dont on voit les différents détails dans la figure 83, est destiné au grillage des minerais. Cette opération doit se faire dans une capsule de terre, placée entre deux pièces de charbon, et chauffée à la flamme du chalumeau. La partie principale de l'instrument est une boîte en tôle, ouverte en haut et en bas, et dont les quatre parois ont 36 millim. (1 pouce 4 lignes) de largeur et 40 millimètres (1 pouce 6 lignes) de hauteur. C'est dans cette enveloppe qu'on introduit le charbon qui doit recevoir la capsule et les accessoires que nous indiquerons plus tard. Sur une des faces de la boîte est fixé un manche destiné à le porter : *e* est une poignée en bois ; à son extrémité est une vis *c* qui tourne dans l'écron *ff* et est terminée par un disque en laiton *d*, qu'on avance plus ou moins dans la boîte, en tournant le manche sur son axe. Cette plaque *d* est destinée à maintenir le charbon dans une position fixe. L'écrou *ff*, travaillé extérieurement à vis, s'ajuste dans la pièce *gg*, solidement fixée sur la paroi de la boîte. La pièce que nous venons de décrire ne se trouve pas au milieu de la surface de l'instrument, mais un peu au-dessous, pour que la pression qu'elle exerce sur le charbon se fasse sur la partie de ce dernier qui n'est pas brûlée pendant le grillage.

Sur la surface *b* de la boîte, opposée à celle qui porte le manche, est une fente assez large *b*, qui se termine en *a* par une ouverture circulaire, et peut être fermée à volonté au moyen d'une petite plaque de tôle *h*, mobile autour d'un pivot.

Le charbon étant fixé dans l'instrument, on pratique sur la face supérieure qui doit être unie et faire angle droit avec les surfaces latérales, un trou en forme de creuset, en se servant de l'instrument *fig.* 81, et au moyen d'un couteau, on coupe le charbon qui est interposé entre la cavité pratiquée et la rainure *a b*. L'entaille qui en résulte est destinée au passage de la flamme du chalumeau qu'on dirige par l'ouverture *a*. Dans le trou creusé dans le charbon, on dispose la capsule sur un anneau en fil de platine. La figure 84 représente ce fil, qui doit être assez fort ; au moyen d'une pince ronde, on le courbe d'abord de manière à en former un anneau A ; celui-ci étant fermé, on courbe le long bout excédant, comme l'indique la figure. C' est une lame de platine en forme de coquille, vue sur ses deux faces ; elle est recourbée à la partie supérieure et se suspend à l'anneau de platine. On voit la disposition de ces deux pièces dans la figure 83 B C sur deux plans différents. K est une petite potence en laiton fixée sur la surface A, qui se trouve à gauche lorsque le manche de l'instrument est tourné vers l'opérateur ; elle est percée d'un trou et destinée à porter le fil de platine dont on voit la position, fig. 83 B, en suivant la ligne *k*, *n*, *l*; l'anneau se trouve alors placé horizontalement dans la cavité du charbon et s'appuie en *b* sur ses parois. La figure 84 représente également la coquille *c'* suspendue à l'anneau, et placée vis-à-vis l'ouverture circulaire *a* pour s'opposer à ce que la flamme aille frapper directement la surface du charbon, sur laquelle elle s'applique. Pour que cette disposition soit possible, le charbon ne doit s'élever dans la boîte en tôle, qu'au niveau du bord supérieur dans la pièce *u*, à 6 millimètres (3 lignes) du bord

de la boîte. On voit dans une des parties de la figure 83 C la disposition de l'anneau en fil de platine et de la petite lame C, et la capsule disposée comme elle doit l'être pour le grillage ; on recouvre le charbon d'un couvercle également en charbon, percé d'une ouverture *pq* et faisant fonction de réverbère.

39° *Coupelles*. Pour le traitement du plomb d'œuvre argentifère ou aurifère, obtenu dans les essais quantitatifs d'or et d'argent, on emploie de petites coupelles en cendres d'os moulées sur des petites matrices, *nonnes*, en fer, sur lesquelles on les laisse pendant tout le temps de l'opération. La figure 85 représente en A et en B deux matrices vues sur deux plans différents. Leur diamètre extérieur est le même, 17 millim. (8 lignes), mais le creux de la matrice A est plus grand que celui de B. On se sert de l'une ou de l'autre, suivant qu'on a besoin d'une coupelle plus ou moins grande, proportionnée à la quantité de matière à essayer. A la partie inférieure de chaque matrice sont pratiquées deux entailles se coupant à angle droit ; en introduisant dans une de ces entailles une des branches d'une bruxelles, et appuyant l'autre branche sur le bord supérieur de la matrice, on peut la saisir et la porter encore très-chaude, sans craindre qu'elle n'échappe. C et D sont deux tiges en fer, à tête arrondie, *moines*, dont la largeur est proportionnée à l'étendue du creux de la matrice correspondante.

Pour préparer une coupelle, on se sert des cendres d'os dont nous avons donné la préparation. Les cendres plus grossières servent pour les coupelles sur lesquelles on veut affiner le plomb d'œuvre, très-riche en argent ; les cendres plus fines sont réservées pour les coupelles qu'on destine au traitement des plombs d'œuvre ne donnant que de très-petits boutons d'or ou d'argent. On remplit de cendres d'os préparées le creux de la matrice, puis, à l'aide du moine correspondant, on les presse jusqu'à ce que la matrice soit en contact avec le

moine. On n'a plus alors qu'à enlever avec un couteau l'excès de cendres.

40° *Support pour les matrices de coupelles* (*fig.* 86). Il est formé de deux bandes de laiton, disposées en croix, se relevant à angle presque droit, et formant ainsi un espace correspondant à la largeur des matrices de coupelles; ces lames sont supportées par une tige se vissant sur un petit pied de bois tourné, muni d'une large base. C'est sur ce support qu'on place la matrice contenant la coupelle, ce que l'on fait facilement à l'aide d'une bruxelles. On la dispose de manière que les rainures qu'elle porte à sa partie inférieure se trouvent dans l'espace libre, entre les branches du support. La coupelle ainsi placée peut, au moyen du support, recevoir la position convenable pendant la coupellation, et peut être à volonté rapprochée ou éloignée de la flamme du chalumeau, selon qu'on le juge à propos.

41° *Capsules en terre.* Ces capsules sont nécessaires, dans les essais quantitatifs, pour le grillage des minerais et pour la réduction des oxydes de plomb et d'étain. L'instrument dont on se sert pour les préparer est représenté dans la figure 87. Il se compose de deux pièces, dont l'une, A, servant de matrice (nonne), est creusée à la surface supérieure; l'autre, B (moine), se termine inférieurement par un segment de sphère. La surface concave de A a un diamètre de 20 millimètres (9 lignes), et une profondeur de 8 millimètres (3 lignes); le diamètre de la surface sphérique de B est de 19 millim. (9 lignes).

Pour préparer les capsules, on enduit d'une légère couche d'huile les surfaces correspondantes des deux pièces A et B. On applique sur la surface concave de la pièce A une bande de papier mince, de 80 millimètres (2 pouces 11 lignes) de long et de 7 millimètres (3 lignes) de large; à son centre, on place une petite boule d'une pâte d'argile molle et bien homogène, de 14 millimètres (6 lignes) de diamètre, et on l'aplatit en la pressant légèrement avec le doigt. La pièce A étant pla-

cée sur un plan horizontal, on l'y maintient d'une main, tandis que de l'autre on applique la tête de la pièce B sur la boule d'argile ; on presse celle-ci dans une direction perpendiculaire, l'excès d'argile se trouve ainsi exprimé ; cela fait, on tourne sur son axe le moine, et on le retire ; au moyen d'un petit couteau, on enlève la portion d'argile qui a débordé, ce qu'on fait en promenant la lame du couteau sur la surface supérieure de A. Alors on observe si l'épaisseur de la capsule est uniforme, la figure 78 représente une capsule toute faite ; son épaisseur est de 1 millimètre (1/2 ligne).

Pour détacher la capsule de la pièce A, on soulève la bandelette de papier sur laquelle elle s'appuie ; lorsque cette opération est faite avec soin, la capsule conserve sa forme régulière ; si toutefois elle se déformait, on la réparerait, en la replaçant sur la surface sphérique de B, et l'y pressant légèrement ; le papier se détache sans difficulté. Les capsules étant faites, on les fait sécher, puis on les empile dans un creuset de terre, et on les chauffe au rouge. Il est bien ensuite d'en user les bords en les frottant sur une surface plane et dépolie, pour qu'on puisse les appliquer exactement les unes sur les autres.

420 *Brasque pour les creusets.* C'est un mélange de 7 parties de charbon et de 1 d'argile. La meilleure manière de se procurer un mélange intime, consiste à délayer uniformément l'argile dans l'eau, à y ajouter par portions la poussière de charbon, en broyant toujours jusqu'à ce qu'on ait une pâte homogène. On sèche celle-ci dans un endroit chaud, on pulvérise la matière desséchée et on conserve la poudre dans des bocaux. Lorsque l'on veut brasquer une capsule, on mouille un peu le mélange de manière à en faire une pâte molle, dont on étale une petite portion sur la concavité de la capsule. Une portion de l'eau est immédiatement absorbée par l'argile, mais la pâte conserve encore assez d'humidité, et on peut l'étendre sur la capsule en la pressant avec les doigts pour lui donner

l'épaisseur de 5 dixièmes de millimètre; la couche qu'elle forme doit être très-mince sur les bords; la capsule ainsi préparée est séchée à la lampe.

43° *Un petit mandrin en bois* (*fig.* 88). Il est destiné à la préparation des cartouches de papier sodé dont on se sert dans les essais quantitatifs au chalumeau. On place sur une surface plane une bandelette de papier sodé, puis on y applique le mandrin B de manière que le bord en dépasse la base de 7 millimètres (3 lignes), comme on le voit dans la figure; on enroule le papier, et en même temps on en replie le bord libre, en le pressant sur la base du mandrin; on fixe les plis en les comprimant sur un corps dur, de manière qu'après avoir enlevé le cylindre, le papier conserve la forme d'une cartouche, on se sert de la main en laiton pour la remplir; après avoir versé la plus grande partie de la substance, on frappe à petits coups sur la main au moyen d'une bruxelles, et on fait tomber la poussière plus fine, qu'on achève de réunir dans la cartouche en se servant du pinceau. Après l'introduction du mélange, on ferme la partie de la cartouche qui est restée vide, en la pressant entre les doigts et la repliant sur elle-même.

44° *Mesure pour le plomb pauvre.* Cet instrument (*fig.* 89) est destiné à éviter la pesée lorsqu'on veut prendre une quantité déterminée de plomb; sa forme est celle d'une *canonnière;* il consiste en un tube de verre, ouvert par les deux bouts, dans lequel entre à frottement un petit piston en bois. Le tube est divisé en parties d'égale capacité, 10, 15, 20, dont chacune contient 100 milligrammes de plomb granulé, préparé comme il est dit à l'article *plomb pauvre* du paragraphe des réactifs. Pour les divisions moindres de 100 milligrammes, on a tracé sur le piston des traits 1, 2, 3, 4, 5, correspondant à 10, 20, 30, 40, 50 milligrammes.

45° *Creusets en argile.* Il sont employés surtout dans les essais quantitatifs de plomb, lorsque la substance à analyser

se compose de sulfures, de sulfarséniures ou de séléniures métalliques; ils doivent être légers et d'épaisseur uniforme.

46° *Instruments pour fabriquer les creusets* (*fig.* 90). Comme les moules à capsules et à coupelles, il se compose de deux pièces principales, le moine et la nonne. La nonne est faite de deux pièces BB assemblées par le cercle CC; elle est intérieurement évidée en forme de creuset, et s'élargit en *dd*. Le moine A de même forme porte une tête conique de 15 millimètres (7 pouces) de hauteur, dont la base a 18 millimètres (8 lignes) de diamètre; il est garni d'une couronne *cc* qui s'épaule sur la partie élargie DD. L'espace compris entre les deux surfaces coniques est de 1 millimètre (1/2 ligne), et représente l'épaisseur des creusets.

Lorsqu'on veut faire un creuset, on se procure d'abord une pâte liante d'argile préparée par lévigation; on en forme avec les doigts une boule un peu plus forte qu'il n'est nécessaire, et on la laisse sécher à l'air jusqu'à ce qu'on éprouve de la difficulté à l'écraser avec les doigts. Au moyen d'un pinceau on enduit d'un légère couche d'huile les surfaces de la nonne et du moine qui doivent se trouver en contact avec l'argile; on place la nonne dans l'anneau, sur une surface plane, qu'on appuie sur une serviette repliée sur elle-même; on y introduit la boule d'argile, puis on y enfonce perpendiculairement le moine A, sur lequel on frappe quelques coups de marteau jusqu'à ce que les bords *cc* de la couronne s'appuient exactement sur la surface *dd*. A mesure que la tête conique s'enfonce, l'argile s'étend contre les parois de la nonne, et l'excès s'en échappe par les ouvertures *aaa* ménagées dans la pièce A; on retire le moine en lui imprimant un mouvement de rotation autour de son axe; l'argile qui dépasse le bord supérieur du creuset se trouve ainsi enlevée; les petites entailles *bb*, pratiquées sur les bords de chaque moitié de la nonne, et formant une petite cavité triangulaire, s'emplissent d'argile; le creuset est pourvu ainsi de deux petites anses qui le

maintiennent dans une position fixe et empêchent qu'il ne soit entraîné par le mouvement de la pièce A. On presse la surface inférieure de la nonne de bas en haut, et on la fait sortir de l'anneau CC; on écarte les moitiés, ce qui met à nu le creuset. Au moyen d'un couteau on en égalise la surface extérieure et on le dessèche à chaud.

§ VII. RÉACTIFS.

Dans les opérations pyrognostiques, on emploie quelques substances propres à dissoudre telles ou telles matières et à donner des réactions caractéristiques. Nous allons les décrire successivement (1).

1° CARBONATE DE SODIUM. Il faut que ce sel soit très-pur et surtout parfaitement exempt de sulfate; il sert à fondre et surtout à réduire; il s'imbibe dans le charbon aussitôt qu'il est fondu, mais il n'en continue pas moins à agir sur les substances avec lesquelles il est en contact.

2° SOUS-BORATE DE SODIUM. BORAX. Il faut qu'il soit parfaitement purifié par voie de cristallisation; on l'emploie indifféremment fondu ou non fondu. C'est un des fondants les plus généraux et les plus puissants que l'on connaisse; il donne des verres transparents qui, étant chauffés pendant quelque temps à la flamme extérieure du chalumeau, deviennent souvent opaques. On dit alors qu'ils deviennent opaques *au flamber*. Wollaston recommande comme réductif un mélange de deux parties de carbonate de sodium et une partie de borax. Ce flux est en effet fort bon pour opérer les réductions, parce qu'en même temps que le carbonate de sodium agit favorablement sur l'oxyde à réduire, le borax se combine avec les matières étrangères et les fait fondre.

3° SEL DE PHOSPHORE. PHOSPHATE DOUBLE DE SODIUM ET

(1) Voyez, pour la préparation de tous les corps décrits, le *Manuel du Fabricant de produits chimiques*, faisant partie de l'*Encyclopédie-Roret*.

D'AMMONIAQUE. Ce sel, chauffé sur le charbon, bouillonne, se boursouffle un peu, abandonne de l'ammoniaque et se change en phosphate acide de sodium, qui se fond en un globule incolore et transparent; il agit principalement par son excès d'acide; il décompose tous les sels, même les silicates, et fait fondre la plupart des oxydes, en formant avec eux des sels doubles qui, la plupart, sont doués de couleurs caractéristiques et très-éclatantes. Pour préparer ce sel, on dissout 16 parties de sel ammoniac dans une très-petite quantité d'eau bouillante; on y mêle 100 parties de phosphate de sodium cristallisé; on filtre la dissolution bouillante et on la laisse refroidir lentement; le sel double cristallise, et l'on rejette l'eau-mère qui ne peut plus en fournir.

4° AZOTATE DE POTASSIUM. On l'emploie rarement, et seulement pour porter certaines substances à leur maximum d'oxydation, lorsqu'on ne peut pas y parvenir par l'action de la flamme. Pour cela, aussitôt que le globule est fondu, on y introduit la pointe aiguë d'un cristal du sel, et on l'y maintient un instant. La masse se boursouffle, devient écumeuse, et elle prend la couleur due au peroxyde qui s'est formé par l'effet du nitre.

5° ACIDE BORIQUE VITRIFIÉ. Il sert pour faire reconnaître la présence de l'acide phosphorique.

6° SULFATE DE CALCIUM. Il sert de fondant au spath-fluor.

7° FLUORURE DE CALCIUM. *Spath-fluor*. C'est le fondant du sulfate de calcium et de quelques autres sulfates.

8° FLUORURE DE CALCIUM ET DE SULFATE ACIDE DE POTASSIUM. Un mélange de 1 partie du premier et de 4 du second est excellent pour reconnaître la présence de la lithine par la coloration de la flamme en rouge, et la présence de l'acide borique par la coloration de la flamme en vert.

9° ACIDE SILICIQUE. Obtenu par l'analyse des silicates, ou préparé en traitant le cristal de roche par les alcalis. Il sert à constater la présence de l'acide sulfurique.

10° Azotate de cobalt. Ce sel doit être en dissolution, très-pur, exempt d'alcali et un peu concentré. On l'emploie pour reconnaître la présence de l'alumine et de la magnésie dans les silicates.

11° Oxyde de nickel. Sert à constater la présence de la potasse par la coloration en rouge pourpre du verre, que l'on obtient en fondant le minéral avec du borax.

12° Oxyde de cuivre pour reconnaître la présence du chlore, de l'iode et du brôme, par la coloration de la flamme.

13° Etain. Il doit être en feuilles minces découpées en bandes de 10 millimètres (4 lignes 172) de large, pour ramener certains peroxides à l'état de protoxides, et par là produire des colorations qui n'appartiennent qu'à ces derniers. Lorsque la matière est fondue, on introduit l'angle de la feuille métallique dans le petit bouton, puis on chauffe quelques instants seulement au feu de réduction.

14°. Fils de fer. Ce sont des cordes de piano que l'on emploie à cet usage. Elles servent à séparer le cuivre, le plomb, le nickel et l'antimoine, du soufre ou des acides avec lesquels ils peuvent être combinés. A cet effet, on introduit le bout du fil dans la perle fondue, et l'on souffle pendant quelques instants au feu de réduction; le métal réduit se sépare en petits globules ou se dépose sur le fer. On emploie aussi le fer pour reconnaître la présence de l'acide phosphorique, en déterminant la formation du phosphure de fer, qui est reconnaissable par ses propriétés.

15° Plomb. Sert à faire des coupellations de matières aurifères ou argentifères; il faut qu'il soit aussi pauvre que possible en argent. On l'emploie tantôt en grenaille, tantôt en masses. Il importe surtout qu'il soit pur. On peut se le procurer chimiquement pur en opérant comme suit : on dissout de l'acétate de plomb dans une petite quantité d'eau bouillante; on filtre la dissolution, et on y plonge une lame de zinc : après quelques heures on détache le plomb qui s'est

précipité; on laisse encore le zinc dans la dissolution jusqu'à ce qu'il soit recouvert d'une nouvelle couche de métal, qu'on détache à son tour, et ainsi de suite, jusqu'à ce que la précipitation soit complète. On lave le plomb à grande eau, puis on le sèche dans un endroit chaud; après la dessiccation, on le broie, et on sépare celui qui est en grains de celui qui s'est réuni en masses; cette opération se fait au moyen d'un petit tamis, consistant en nne boîte de cuivre janne, dont le fond est percé de trous du diamètre d'une aiguille de grosseur moyenne. Le plomb étant destiné à faire des mélanges, il est important de l'avoir à nn degré convenable de divison.

16° Papier sodé. Dans les essais d'argent, il est nécessaire d'envelopper la matière à fondre et le flux dans une cartouche de manière à empêcher que par la première action de la flamme du chalumeau, il ne se perde quelques portions de la matière à essayer, enlevée par le conrant d'air. Pour arriver à ce but, on taille des bandes de papier à lettre mince, de 24 millimètres (11 lignes) de largeur, qu'on trempe dans une dissolution de 1 partie 172 de carbonate de sodium pnr. On dessèche et ensnite on débite par morceaux de 36 millimètres (1 pouce 4 lignes) de longueur.

17° Argile réfractaire. Elle doit être préparée par lévigation, de manière à obtenir une pâte excessivement fine et homogène.

18° Cendres d'os. Ces cendres sont employées à former de petites coupelles, sur lesquelles on traite le plomb d'œuvre argentifère ou aurifère. Pour la préparation de ces cendres, on brûle des os jusqu'à ce qu'ils soient entièrement blancs et que leur cassure ressemble à celle de la porcelaine; on les broie alors dans un mortier, et on passe la poussière à travers un tamis de crin à mailles serrées; on place sur un filtre les cendres ainsi obtenues et on les lave à l'eau bouillante pour enlever les sels solubles qu'elles pourraient contenir. On les retire encore humides, on les introduit dans un grand vase à

précipiter, et on les agite avec une grande quantité d'eau pure. Après une minute de repos, on décante dans un vase semblable au premier, le liquide encore trouble, tenant en suspension les cendres plus tenues, et on attend que celles-ci se déposent. On répète cette opération jusqu'à ce que l'eau n'enlève plus de parties légères à la poudre d'os. Les cendres ainsi préparées, les plus fines et les plus grossières sont reçues séparément sur deux filtres; on les laisse sécher et on les chauffe ensuite au rouge. Comme elles sont hygrométriques, on doit les conserver dans des flacons bouchés.

§ VIII. MODE D'OPÉRER.

On ne doit opérer au chalumeau que sur des masses de matières très-petites; ces masses doivent avoir, terme moyen, la grosseur d'un grain de moutarde.

On essaie d'abord l'action du chalumeau sur les matières sans addition, puis ensuite avec addition de fondants et de divers réactifs. Seules, on examine si elles décrépitent, si elles perdent leur transparence, si elles changent de couleur, si elles laissent exhaler quelques substances volatiles condensables, telles que de l'eau, du soufre, du sélénium, de l'arsenic, etc.; si elles acquièrent de la saveur et quelle saveur; si elles brûlent et comment; si elles fondent avec ou sans boursouflement, en verre transparent, translucide, opaque, incolore ou coloré, susceptible ou non de cristalliser par le refroidissement, ou de perdre sa transparence, soit en se solidifiant, soit au flamber; si elles produisent un émail ou une fritte, etc.; si elles se réduisent; si la réduction est partielle ou totale; et dans ce cas, quelle est la couleur du métal, s'il est cassant ou malléable.

Quand on chauffe la substance à essayer avec des flux, on examine de même les phénomènes de fusion, de coloration, de réduction, etc., qu'elle présente. Dans ce cas, il faut en géné-

ral continuer l'insufflation pendant quelque temps, environ deux minutes, et ne mettre la substance à essayer, dans le flux, qu'à petites doses, de manière à n'en saturer celui-ci que peu à peu. Les essais avec les flux sont les plus importants, parce qu'ils offrent ordinairement des caractères très-saillants. Lorsqu'on emploie le borax ou le sel de phosphore, on fait d'abord fondre le flux, puis on implante dans la boule un petit grain de la substance à essayer, ou bien on la recouvre d'une très-petite quantité de cette substance réduite en poudre, et l'on chauffe alternativement au feu d'oxydation et de réduction, en faisant toutefois grande attention aux variations d'aspect et de couleur que présente le bouton fondu ; on a soin aussi d'observer si ce bouton perd sa transparence par le refroidissement ou au *flamber*.

Voici comment s'exécutent au chalumeau les principales opérations de la voie sèche :

1° *Calcination*. Quand la matière n'est ni oxydable, ni réductible, et quand elle ne décrépite pas, on la calcine en la chauffant sur un charbon ou sur une feuille de platine. Si elle est oxydable, on emploierait le feu de réduction sur le charbon ; et, dans le cas contraire, le feu de réduction sur le platine. Quand elle est susceptible d'une décrépitation, on la chauffe dans un tube de verre ; ou, si elle exige une forte chaleur, on la place dans un pli d'une feuille de platine, de telle manière que les substances volatiles qu'elle peut contenir, puissent se dégager sans que les éclats se dispersent. On peut encore la mettre dans une petite cavité en forme de creuset, pratiquée dans un morceau de charbon, en laissant une petite ouverture pour l'introduction de la flamme.

2° *Distillation sèche*. Lorsque l'on veut recueillir, pour les examiner, les substances qui se dégagent par la chaleur, d'une matière quelconque, on chauffe celle-ci dans un matras, à la simple flamme de la lampe à alcool, si la substance n'exige, pour se dégager, qu'une faible chaleur, ou, dans un tube de

verre fermé par un bout, au feu du chalumeau, si l'action d'une forte chaleur est nécessaire. L'eau que contiennent les minéraux se dégage en général avec une grande facilité, et se condense en gouttelettes dans le tube; quelquefois il se dégage successivement plusieurs substances qui se condensent dans différentes parties du tube.

3° *Grillage et combustion.* Quand on veut faire un grillage ou une combustion sans recueillir les substances qui peuvent se dégager, on chauffe la matière au feu d'oxydation du chalumeau, sur une feuille de platine, ou même sur un charbon. On ne manque pas de faire attention à l'odeur qui se manifeste presque toujours, parce qu'elle est propre à faire reconnaître la nature du corps qui se dégage, et il est même bon de chauffer alternativement au dard extérieur et au dard intérieur, pour favoriser la volatilisation de l'arsenic, et parce que cette substance se fait mieux reconnaître par l'odeur qu'elle répand au feu de réduction qu'au feu d'oxydation. Lorsqu'on grille, et qu'on veut condenser les substances qui se dégagent pendant l'opération, on se sert d'un tube ouvert; on place la matière dans ce tube, à peu de distance de l'une de ses extrémités; on incline le tube de manière que cette extrémité soit la plus basse et l'on dirige la flamme du chalumeau sur le grain qui doit être grillé, en inclinant plus ou moins le tube, selon que l'on veut établir dans son intérieur un courant d'air plus ou moins rapide. Ce courant d'air effectue le grillage et entraîne avec lui toutes les substances qui se volatilisent. Celles de ces substances qui restent à l'état gazeux se répandent dans l'atmosphère; elles sont presque toujours reconnaissables à leur odeur; comme la plupart sont acides, on peut aussi constater leur existence, en mettant à l'entrée du tube un morceau de papier bleu légèrement humecté. Quant aux substances volatiles condensables, elles se déposent sur les parois intérieures du tube, à des distances différentes de la pièce d'essai.

4° *Réduction.* On opère les réductions au feu de la partie lumineuse du dard, sur le charbon; non qu'elles ne puissent se faire aussi bien sur le platine, mais parce que le plus souvent il se formerait avec le métal réduit un alliage. Les réductions sans addition sont assez difficiles à faire, parce qu'il faut chauffer fortement en mettant toujours le grain d'essai dans la flamme lumineuse; mais l'addition du carbonate de sodium ou du flux de Wollaston les rend beaucoup moins embarrassantes; aussi, emploie-t-on presque toujours ces flux : le premier, dans les cas les plus fréquents; le second, quand la substance à essayer est mélangée avec des substances très-difficiles à fondre. Voici comment on procède : On pulvérise la matière d'essai, on la pétrit dans le creux de la main avec du flux humide, à l'aide de la lame du couteau; on place le mélange sur le charbon et on fait un bon feu de réduction. Si la matière à réduire est difficile, on ajoute une nouvelle dose de fondant et on souffle. On continue ainsi alternativement jusqu'à ce que le charbon ait absorbé le tout; puis on détache la matière avec le charbon qui l'entoure, et l'on examine à la loupe si elle renferme des grenailles métalliques : si le métal est en très-petite proportion ou à l'état pulvérulent, on pulvérise le tout dans le mortier d'agate; on lave la poussière par décantation avec le plus grand soin, et on l'examine même à la loupe; s'il y a un métal ductile, il reste sous la forme de petites paillettes brillantes et facilement reconnaissables : si le métal est cassant, le résidu est une poudre pesante qui laisse presque toujours des traces métalliques sur le mortier. On reconnaît facilement, par ce procédé, la présence de 0,08 à 0,10 d'un métal quelconque, et avec de l'habitude on parvient même à découvrir, dans un grain d'essai, jusqu'à 1/200 d'étain et la plus petite trace de cuivre.

5° *Fusion.* Pour examiner si une substance se fond sans addition, dans le cas où elle se casse en grains arrondis, on place un de ces grains sur le charbon et l'on souffle; si elle se

casse en fragments aigus, on saisit un de ces fragments avec la pince de platine et l'on chauffe l'un de ses bords les plus aigus au feu le plus fort du dard. Lorsque la substance est très-réfractaire, on la réduit en poussière très-fine, dont on fait ensuite une pâte très-claire avec de l'eau; on met une gontte de cette pâte sur le charbon, et on la chauffe pour la dessécher; elle se prend en un gâteau plat et consistant; on saisit ce gâteau avec la pince et l'on chauffe une de ses arêtes. La fusion avec les réactifs est très-variée. Quand on emploie le carbonate de sodium, on opère toujours sur le charbon, parce qu'alors la matière forme un globule, tandis qu'elle s'étale sur les surfaces métalliqnes. Il faut, en général, souffler longtemps et fortement, et n'introduire la substance à essayer dans le fondant qu'à petites doses, mais cependant, en continuant jusqu'à ce que celui-ci s'en trouve saturé, parce qu'alors le verre qui en résulte offre des couleurs plus intenses et des caractères plus tranchés. Lorsque la couleur est tellement foncée que le globule paraît opaqne, on peut s'assurer de sa transparence en dirigeant la flamme dessus dans une certaine direction, ou en le comprimant pour l'amincir, avant qu'il ne se fige, avec des pinces plates que l'on a préalablement chauffées. On peut encore essayer de tirer la masse vitrense, au premier instant du refroidissement, en fils assez fins pour qu'ils soient transparents sous une vive lnmière.

Lorsque l'on a coloré le verre par un oxydule, au feu de réduction, il arrive quelquefois que le bouton se réoxyde et change par conséquent de couleur pendant le refroidissement du charbon. Pour éviter cet inconvénient, on fait tomber le bouton encore bien liqnide snr un corps froid, par exemple sur le plateau qui supporte la lampe, pour le solidifier subitement.

6° *Coupellation*. Cette opération très-délicate a été portée à un point tel de nos jours, que l'on essaie quantitativement avec le chalumeau. Nous expliquerons ces opérations au chapitre des essais quantitatifs.

§ IX. COLORATION DES FLAMMES.

Dans les expériences que l'on fait au chalumeau, on remarque que beaucoup de corps ont la propriété de communiquer à la flamme une couleur tranchée ou au moins une nuance particulière. Quand la couleur est tranchée, elle est propre à servir de caractère pour faire reconnaître la présence des corps que l'on sait avoir la faculté de la produire. Souvent la coloration, quoique très-apparente, ne se manifeste qu'à une certaine époque de l'essai et seulement pendant un temps très-court. Ces sortes d'épreuves sont donc en général très-délicates et exigent que l'on observe avec l'attention la plus soutenue les différents aspects que la flamme peut offrir. Quelques-unes de ces épreuves peuvent se faire par les moyens ordinaires que l'on met en usage pour fondre les corps au chalumeau; mais la plupart exigent des précautions particulières que nous allons faire connaître, d'après M. Buzingeiger.

Comme c'est presque toujours dans la partie bleue du dard que les colorations caractéristiques se manifestent, il est très-important de faire en sorte que cette partie soit bien distincte; on y parvient en coupant obliquement la mèche de la lampe, la pointe la plus élevée étant à la droite, et en ouvrant longitudinalement la mèche pour y introduire la pointe du chalumeau. Cette mèche doit être faite avec du fil de coton écru, parce que le blanchiment se fait souvent avec du chlorure de chaux, qui communique à la flamme extérieure une teinte jaune rougeâtre. Il faut aussi avoir soin de ne pas employer l'huile qui ait été purifiée par l'acide sulfurique : cet acide, quand il en reste dans l'huile, pouvant influer sur la couleur de la flamme, et ayant d'ailleurs l'inconvénient de détériorer très-promptement la mèche, ce qui oblige de la recouper très-souvent. Quant à la manière de souffler, on doit s'exercer à acquérir assez d'habileté pour

pouvoir maintenir la flamme bleue conique bien prononcée, et de longueur constante, et surtout sans que la flamme jaune vienne s'y mêler ; on aperçoit alors très-distinctement la vapeur bleue qui enveloppe le cône intérieur, surtout si l'on opère dans une chambre obscure, comme il convient de le faire.

Pour faire une épreuve, on saisit la pièce d'essai avec la pince de platine, et on l'introduit de bas en haut dans la flamme bleue, devant la pointe du cône. Aussitôt, la vapeur bleue est remplacée par une atmosphère jaune rougeâtre dont l'étendue et l'intensité dépendent de la nature des corps soumis à l'essai. Peu à peu, cette atmosphère diminue et disparaît; alors, la vapeur bleue baigne la pièce d'essai sans être altérée, et sans être à peine visible, ou bien elle prend une couleur qui varie avec la nature des corps, parce que c'est à cette époque de l'expérience que ceux de ces corps qui peuvent se volatiliser, se réduisent en vapeur. La forme que doit avoir la pièce d'essai dépend de circonstances particulières; il faut toujours tâcher qu'elle présente une pointe ou un tranchant : quelquefois, on est obligé de la pulvériser et de la réduire sur le charbon en un gâteau plat, dont on puisse présenter une des arêtes à l'action du chalumeau.

Il y a des substances qui peuvent colorer la flamme sans perdre l'état solide ; mais, généralement, la coloration est beaucoup plus intense quand il y a fusion. Pour quelques corps, la coloration n'a lieu qu'à la faveur de certains flux : alors, on fait l'essai en prenant un fil de platine pour support, à moins que ce métal ne soit attaquable par quelques-uns des éléments de la matière, auquel cas il faut faire l'essai sur le charbon.

M. Buzingeiger a constaté les faits suivants par des recherches sur la coloration des flammes : on ne connaît jusqu'ici que trois substances qui présentent la couleur rouge; ce sont : la strontiane, la chaux et la lithine : la nuance est celle du

carmin foncé. Le carbonate et le sulfate de strontium offrent au premier instant une atmosphère faible, mais bientôt elle est remplacée par la belle couleur rouge, qui est permanente. Le mélange de la baryte fait disparaître la réaction de la strontiane. Le spath d'Islande et l'arragonite donnent une couleur un peu moins intense que celle produite par la strontiane, aussitôt que l'acide carbonique est chassé. Les dolomies et les calcaires impurs ne colorent la flamme que faiblement, ou pas du tout. Le spath-fluor donne une couleur rouge intense; le sulfate de chaux n'en produit qu'une faible; le phosphate et le borate n'en donnent pas. Quand on introduit à peine dans le dard bleu un morceau, de forme circulaire, d'une substance qui renferme de la lithine, bientôt, après sa fusion, paraît un trait rouge pourpre d'une grande intensité; mais la couleur disparaît promptement, et elle ne se montre de nouveau que si l'on introduit dans la flamme une partie de la pièce d'essai qui n'ait pas été encore chauffée. Le pétalite d'Uto, qui contient beaucoup de lithine, ne colore cependant la flamme que très-faiblement.

La flamme extérieure du chalumeau est colorée en bleu clair par l'arsenic, en bleu un peu plus foncé par l'antimoine, et en un beau bleu de ciel par le plomb; avec la galène antimoniale, le bleu est d'abord clair, et devient ensuite bleu de ciel.

On ne connaît que trois substances qui donnent à la flamme une couleur verte; ce sont : l'acide borique, la baryte et l'oxyde de cuivre. L'acide borique naturel et artificiel donne un beau vert; le borate de chaux, la datolite et la botriolite donnent une couleur verte moins distincte. Le borax produit une forte atmosphère rougeâtre et ne montre la couleur verte que lorsqu'on l'arrose préalablement avec de l'acide sulfurique. Tous les autres minéraux qui renferment de l'acide borique donnent la même réaction lorsqu'on les introduit avec quelque précaution dans la flamme bleue sans les mélanger avec

aucun flux. M. Turner préfère, pour faire ces épreuves, ajouter à la matière une certaine quantité de son flux, composé de spath-fluor et de bisulfate de potassium. Selon M. Fuchs, quand on chauffe au chalumeau un phosphate solide, après l'avoir mouillé avec de l'acide sulfurique, il colore la flamme en vert comme l'acide borique. Tous les minéraux qui contiennent de la baryte colorent la flamme en vert clair tirant sur le bleu : la réaction est très-prononcée; la couleur ne se manifeste que lorsque la matière commence à fondre, mais elle devient de plus en plus belle et dure longtemps. La plupart des minéraux qui contiennent du cuivre, même en petite quantité, donnent à la pointe du dard bleu une belle couleur verte. Les minerais de plomb qui contiennent un peu de cuivre produisent une flamme d'un beau bleu dont l'extrémité est verte. Les minerais de cuivre cessent de colorer la flamme quand on y ajoute du sel de phosphore, à moins qu'ils ne contiennent du chlore, du brôme ou de l'iode.

CHAPITRE II.

ESSAIS QUANTITATIFS AU CHALUMEAU.

DOSAGE DE L'ARGENT ET DE L'OR.

La première idée d'exécuter à l'aide du chalumeau les essais quantitatifs par la voie sèche, est due à Harkort, essayeur aux mines de Freyberg, qui, dès 1827, indiqua l'application du chalumeau à la coupellation pour l'analyse des minerais d'argent. Ses travaux, qu'il fut forcé d'interrompre, furent repris par Plattner, son élève, qui s'attacha à rendre ses nouveaux procédés plus facilement applicables, et plus exacts, et les étendit au dosage de plusieurs métaux oxydables, comme le cuivre, le plomb et l'étain.

C'est au traité publié en 1835 par ce chimiste, que nous empruntons les essais indiqués dans les paragraphes suivants.

§ I. DOSAGE DE L'ARGENT.

Préparation de la substance. — La préparation de l'essai destiné à l'analyse quantitative demande quelques opérations préalables, d'ailleurs très-simples. A moins que la matière ne soit cristallisée ou parfaitement homogène, il faut en prélever avec soin un échantillon moyen; pour cela, on en prend environ 50 à 60 grammes (1 once 5 gros à 2 onces) que l'on divise en parties aussi ténues que possible (1); puis on prend 1 gramme (18 grains) de la poudre bien mêlée, que l'on dessèche.

La méthode de dosage de l'argent au moyen du chalumeau repose sur les mêmes principes que l'opération ordinaire de la coupellation; il y a seulement quelques modifications à apporter aux procédés généraux, suivant la nature de la substances. On peut diviser en deux classes les différents produits argentifères, les minerais et les alliages. Chaque classe comprend plusieurs divisions.

1° *Minerais et produits de fourneaux.* Ils sont partagés en quatre divisions :

a. Contenant des produits volatils;

b. Ne renfermant pas d'autre produit volatil que le chlore;

c. Composés d'oxydes facilement réductibles sur le charbon;

d. Indécomposables par la fusion avec le borax et le plomb.

2° *Alliages.* Ils comprennent huit divisions. Les procédés d'analyse sont différents, suivant que le métal prédominant est :

(1) Si la substance est pulvérisable, on la broiera dans un mortier; si elle est fragile, mais non pulvérisable, on la divisera avec la lime ou le marteau; enfin, si elle est malléable et ne peut être limée, on la réduira en lame mince par le marteau ou le laminoir.

a. L'argent;
b. L'or;
c. Le cuivre ou le nickel;
d. Le plomb ou le bismuth;
e. L'antimoine ou le zinc;
f. L'étain;
g. Le mercure;
h. Le fer ou l'acier.

A. *Minerais et produits de fourneaux.*

1° Essai des minerais et produits de fourneaux contenant des corps volatils.

A cette classe appartiennent les mines préparées contenant de la *pyrite de fer*, du *cuivre sulfuré*, de la *pyrite arsénicale*, etc.; parmi les minerais, l'*argent sulfuré*, l'*argent antimonié*, l'*argent antimonié sulfuré*, l'*argent telluré*, etc.; parmi les produits de fourneaux, les *mattes de plomb*, les *mattes de cuivre*, les *débris de coupelles*, etc.

Pesée et préparation de l'essai. — La matière à essayer étant préparée comme il a été dit précédemment, on en pèse 100 milligrammes sur une petite balance sensible au 1/10 de milligramme; on en verse dans la main de laiton destinée aux mélanges, en réunissant et détachant exactement la poussière du plateau de la balance au moyen du pinceau, et l'on fait le mélange avec le verre de borax et le plomb. La quantité de borax qu'on doit prendre pour un essai dépend de la quantité et de la fusibilité des substances qui doivent être vitrifiées. Pour les matières les moins fusibles et celles qui contiennent beaucoup d'oxydes terreux, de fer, de cobalt ou d'étain, il faut en employer autant que l'on peut en prendre avec la cuiller (*fig.* 77, *Pl.* 3), qui en contient environ 1 décigramme. Si toutefois, malgré cette proportion de verre de borax, la matière se montre peu fusible pendant

l'essai, on peut en ajouter encore une petite quantité. Si on a affaire à des minerais faciles à fondre, et qui surtout ne sont mélangés d'aucune terre, mais ne se composent que de sulfures qui se réunissent facilement au plomb, et s'oxydent plus difficilement que ce métal, on n'emploie que peu de borax, 50 à 75 milligrammes, ou seulement jusqu'au bord de la cuiller.

La quantité de plomb à employer dépend de la nature des autres métaux qui se trouvent dans la matière à essayer, et qui doivent se combiner au plomb. Une matière qui ne contient pas plus de 7 pour 100 de cuivre et 10 pour 100 de nickel, exige, pour 1 décigramme, 5 décigrammes de plomb; pour une plus forte proportion de cuivre ou de nickel, on en augmente la quantité. Dans le cas où l'on ne saurait pas exactement la proportion du cuivre ou du nickel dans la matière à essayer, il sera toujours mieux d'employer quelques décigrammes de plomb en excès.

Les quantités convenables de minerai, de plomb et de borax, sont mêlées dans la main de laiton au moyen du manche de la petite cuiller qui sert de spatule. Le mélange est versé dans la cartouche de papier sodé, ainsi que nous l'avons déjà décrit.

D'un autre côté, au moyen de l'instrument décrit *fig.* 81, *Pl.* 3, on perce sur un bon charbon, et à côté d'un des angles, un trou cylindrique dont la cavité correspond exactement au volume de la cartouche; on y introduit celle-ci de manière que le bout qu'on a fermé le dernier se trouve placé extérieurement, et on l'y presse avec le doigt; alors on dirige sur l'essai, de manière à l'en couvrir, une flamme de réduction qui doit être très-faible. Le papier sodé brûle, il est vrai, dans un temps très-court, mais le charbon qu'il laisse n'est pas encore consumé que le verre de borax et les particules de la mine sont déjà fondus et agglutinés, de manière qu'il est alors impossible que le courant d'air les em-

porte. Lorsqu'on aura détruit le charbon de la partie supérieure de la cartouche, et qu'on verra déjà dans la partie extérieure de l'essai les scories en fusion mêlées avec les globules, on activera la flamme de réduction.

Pendant cette opération, de petites portions de soufre; d'arsenic, d'antimoine, de zinc, etc., sont volatilisées; la plus grande partie de ces substances, et les métaux qui se trouvent unis au soufre, se combinent au plomb et fondent avec lui en un globule.

Il arrive souvent, lorsque le minerai est difficile à fondre, que les scories semblent parfaitement débarrassées de plomb, tandis que la partie inférieure de l'essai n'a pas encore subi la fusion. Pour la soumettre à l'action de la flamme, on incline le charbon, on entretient en fusion le globule métallique jusqu'à ce qu'il tourne sur lui-même, ce qui ramène à la partie supérieure le minerai qui n'a pas été fondu et le charbon de la cartouche qui n'a pas été brûlé. Cela fait, on dirige la flamme sur les scories de manière à n'en toucher que la portion qui n'est pas recouverte de papier; l'air atmosphérique vient en contact de ce dernier et le brûle en un moment. Alors, on recouvre de nouveau toute la matière avec la flamme réduisante; si, pendant la combustion du charbon, une petite portion de plomb avait été oxydée, elle se trouverait, par là, réduite, et se réunirait au globule. Lorsqu'après avoir promené plusieurs fois en tous sens le globule de plomb, la masse de scories fondue paraît sphérique et complètement exempte de grains de métal; on juge que l'argent a été complètement séparé.

Il n'est pas nécessaire que le bouton de plomb soit, pendant tout le temps de l'opération, absolument recouvert par la flamme réduisante, pour que les petits globules qui se séparent des scories puissent se réunir facilement à la masse du métal; si toutefois il arrivait que la scorie s'étalât sur le charbon et qu'elle contînt des grains de plomb, il faudrait

diriger la flamme de réduction sur le globule de plomb et le tourner en tous sens dans la cavité du charbon, de manière à le porter successivement sur tous les points, et à réunir les petits grains qui pourraient bien retenir de l'argent.

Les scories étant en pleine fusion, débarrassées de plomb, on change la flamme de réduction en une flamme d'oxydation, et en éloignant un peu l'essai, on la fait agir sur le globule de plomb. Les métaux vaporisables et le soufre se volatilisent; le fer, l'étain, le cobalt, une portion du nickel et du cuivre s'oxydent et se dissolvent dans les scories; avec le plomb restent l'argent et la plus grande partie du cuivre et du nickel. Lorsque les substances volatiles sont presque complètement éliminées, une portion de plomb s'oxyde à son tour, et avec elle, dans les essais très-riches, une portion d'argent, qui n'est toutefois que très-petite; les deux oxydes sont pris par les scories, mais comme celles-ci sont en contact avec le charbon, ils sont réduits une seconde fois en grande partie et repris par le globule de plomb. La perte en argent, qui peut être la conséquence de l'oxydation, est donc tout-à-fait insignifiante. Lorsque les corps volatils sont complètement éliminés, l'oxydation du plomb fait des progrès rapides, le globule tourne rapidement sur lui-même, et les scories entrent en une vive ébullition; sitôt que ce phénomène se présente, on incline le charbon un peu de côté pour que le bouton se découvre; on suspend l'insufflation, et on laisse l'essai se refroidir.

Le bouton de plomb ainsi obtenu, que l'on désigne sous le nom de *plomb d'œuvre*, se montre blanc si l'opération a été bien conduite; s'il est encore noirâtre, c'est qu'il contient un peu de soufre, qu'on pourra enlever en répétant l'opération que nous venons de décrire.

La séparation complète du soufre et des matières volatiles est nécessaire pour deux raisons : d'abord, parce que le plomb contenant du soufre est fragile, et qu'il serait à craindre

qu'on en perdît des fragments en le détachant des scories; en second lieu, parce qu'un plomb ainsi impur est difficile à *coupeller;* il se met en mouvement violent pendant la coupellation, ce qui peut être cause qu'une portion soit projetée hors de la coupelle. Ce phénomène est occasioné surtout par la présence du soufre.

Ce premier traitement des minerais d'argent doit être fait à la flamme de réduction; si on essayait d'employer la flamme d'oxydation, les résultats en seraient toujours inexacts : une portion du plomb s'oxyderait dès le commencement dans le borax; arrivé en contact du charbon, il se réduirait en donnant des globules qui se combineraient à une portion d'argent suspendu dans les scories; si on essayait alors de réunir les globules formés et de les joindre au globule principal, ils seraient toujours remplacés par de nouveaux globules qu'on ne pourrait pas distinguer de ceux du plomb argentifère.

La longueur du temps pendant lequel on doit continuer la fusion de l'essai dépend de la nature de la matière à essayer, et de sa plus ou moins grande fusibilité (1); les termes extrêmes sont cinq à huit minutes. Le bouton de plomb d'œuvre étant complètement refroidi, il faudra le séparer des scories; on le saisira au moyen d'une pince avec

(1) Parmi les substances qu'on traite de cette manière, les moins fusibles sont : la *pyrite de fer*, la *pyrite arsénicale*, beaucoup de minerais de nickel et de cobalt, comme aussi les *mattes de plomb*, qui contiennent surtout du sulfure de fer. Leur fusion sera toutefois plus facile, si on commence par les griller sur le charbon à la manière des essais de plomb, et si on les fond ensuite avec la proportion nécessaire de borax et de plomb. Une portion du soufre ou de l'arsenic est chassée par le grillage, une petite partie de ces corps est convertie en acides, qui, en présence du nickel et du cobalt, se combinent aux oxydes de ces métaux. Lorsqu'un tel essai est traité à la flamme de réduction, les oxydes de nickel et de cobalt se trouvent réduits, le peroxyde de fer passe à l'état de protoxyde, l'acide sulfurique à l'état de soufre, et les acides de l'arsenic se convertissent en arsenic métallique. Le nickel et l'argent, l'arsenic et le soufre, se combinent avec le plomb, et donnent un bouton facile à fondre, bien qu'impur; le restant du soufre et de l'arsenic se volatilisent, le protoxyde de fer suroxydé passe à l'état de peroxyde et se dissout dans le borax avec l'oxyde de cobalt.

les scories, et on le placera sur l'enclume en acier; on le couvrira alors d'un morceau de papier et on le frappera doucement avec le marteau; on détachera ainsi la plus grande partie des scories; ou prendra alors le bouton avec les pinces, et, en le frappant sur différents côtés, on lui donnera la forme d'un petit cube.

Traitement du plomb d'œuvre. — Il reste maintenant à séparer l'argent du plomb; on met à profit, pour cette opération, la propriété qu'a le plomb de s'oxyder à l'air, tandis que l'argent reste inoxydable. M. Plattner a divisé cette opération en deux : l'oxydation et la coupellation.

Oxydation. — Cette opération est la plus facile dans les essais d'argent; on se prépare, au moyen des instruments déjà décrits, une coupelle avec des cendres d'os tamisées; on la place sur son support, et en dirigeant la flamme d'oxydation sur sa surface, on la porte au rouge pour en chasser, autant que possible, l'eau hygroscopique qu'elle pourrait retenir; si l'on oubliait cette précaution, la vapeur d'eau qui se dégagerait pendant l'opération pourrait causer des projections, du plomb d'œuvre, et des pertes d'argent qui, dans un essai riche, seraient considérables.

La coupelle étant sèche, on la tient dans une position horizontale; on y place le bouton de plomb d'œuvre, on dirige dessus une flamme d'oxydation assez forte pour le fondre; sa surface devient aussitôt parfaitement brillante, et l'oxydation commence.

Lorsque le plomb d'œuvre contient beaucoup de cuivre ou de nickel, l'opération se fait lentement. La présence du cuivre a pour effet de rendre le plomb moins fusible; quant au nickel, il se sépare aussitôt que le plomb commence à s'oxyder, recouvre la surface du bain métallique d'une couche infusible qui, empêchant le contact de l'air, rend l'oxydation difficile, ou s'y oppose complètement (1).

(1) On rend cette opération possible en ajoutant promptement sur la coupelle une

L'essai étant convenablement chauffé, on engage le bout du chalumeau plus en avant dans la flamme, et on dirige le jet sur le bord de la coupelle où l'on amène le globule de plomb d'œuvre de manière à le tenir au rouge sans le toucher avec le dard de la flamme; on facilite ainsi l'accès de l'air qui enveloppe le bouton : le plomb et le cuivre absorbent l'oxygène, et l'oxyde qui se forme est chassé de la surface du plomb et jeté sur le bord de la coupelle. Lorsque le plomb d'œuvre n'est pas riche en argent, cet oxyde présente des couleurs irisées, et reste sur la coupelle sous forme d'une masse solide qu'on nomme *litharge;* dans le cas contraire, on n'observe pas les couleurs de l'iris. Lorsque le plomb contient du cuivre, la litharge est presque noire; en l'absence de ce métal, elle est d'un rouge jaunâtre.

L'oxydation doit se faire à une température convenable, ni trop élevée ni trop basse : à une température élevée, le plomb s'évaporerait et entraînerait une petite proportion d'argent, ce qui arriverait surtout pour les essais très-riches; de plus, la litharge resterait en fusion sur la coupelle et s'y infiltrerait, ce qui causerait une nouvelle perte; si, au contraire, on ne chauffait pas assez, le plomb ne s'oxyderait pas convenablement et resterait couvert de litharge, le mouvement de sa surface cesserait, et le globule deviendrait solide. Cet inconvénient est toutefois moins grave que celui qui résulte de l'emploi d'une chaleur trop forte : en effet, on peut toujours ramener à l'état de fusion le plomb solidifié, en le chauffant à une flamme plus forte, sans qu'on ait à craindre pour cela une perte sensible d'argent : il est bon, toutefois, que cet accident n'arrive pas plusieurs fois pour le même essai.

Si la quantité de la litharge est assez considérable, et si elle s'est accumulée autour du bouton fondu de manière à le couvrir pour la plus grande partie, on incline légèrement

nouvelle quantité de plomb pur (de 200 à 400 milligrammes), selon l'épaisseur de la couche d'oxyde de nickel.

la coupelle vers la flamme, le plomb entraîné par son poids se découvre en se plaçant vers le bord de la coupelle, et présente une surface plus grande à l'oxydation. Le volume du globule de plomb d'œuvre vu ainsi en diminuant; lorsqu'il est réduit à un volume de 1 à 2 millimètres (1/2 à 1 ligne), pour les essais pauvres, et quadruple ou sextuple pour les essais riches, on éloigne lentement la coupelle de la flamme, de manière à la refroidir graduellement. Un refroidissement progressif est nécessaire pour que le bouton argentifère se détache régulièrement et sans perte de la litharge solidifiée. Si on laisse refroidir lentement le plomb d'œuvre d'un essai très-riche, contenant, par exemple, plus de 50 pour 100 d'argent, et amené par l'oxydation aux proportions de 7 d'argent pour 1 de plomb, il se recouvre, en se solidifiant d'une couche blanche grisâtre qui contient beaucoup d'argent; la plus grande partie de cette croûte resterait avec la litharge lorsque le bouton argentifère s'en détache. On évite cet inconvénient en portant de nouveau en fusion le plomb d'œuvre, en y dirigeant d'abord la flamme de réduction, et en continuant ensuite l'opération à la flamme oxydante, jusqu'à ce que la proportion du plomb à l'argent soit changée. L'accident que nous venons de signaler se manifeste soit lorsque le plomb constitue plus de 1/7 de l'argent, soit lorsque ce dernier est presque pur.

L'opération étant terminée régulièrement, on prend la coupelle avec une pincette, et l'ôtant de son support, on la porte sur l'enclume; on enlève au moyen de pinces la litharge à laquelle adhère le bouton argentifère, et avec elle toujours un peu de cendre de la coupelle. On la place dans une petite capsule en porcelaine et on la laisse refroidir. Pendant ce temps on prépare la coupelle qui doit servir à la *coupellation* (1). On détache très-facilement et très-nettement le bouton mé-

(1) On emploie à la préparation de cette coupelle les débris d'autres qui ont déjà servi, en choisissant les parties qui n'ont pas été pénétrées de litharge.

tallique de la litharge: il suffit pour cela de rompre la croûte formée par celle-ci en l'écrasant entre les doigts; il est rare qu'un peu de litharge reste adhérente; toutefois, il est plus sûr de porter le bouton sur l'enclume et de le frapper de quelques coups de marteau.

Coupellation. — La coupellation n'est pas aussi facile que l'opération que nous venons de décrire, et exige plus d'attention et d'habitude. Pour qu'elle réussisse bien, il est nécessaire que la coupelle soit bien lisse, qu'elle n'ait pas de fissures et ne soit pas trop dense, attendu qu'il faut que la litharge fondue soit entièrement absorbée; c'est par cette raison que, pour la confection des coupelles destinées à cette opération, on emploie, outre les cendres tamisées, celles qu'on a préparées par lévigation : les premières ne se prennent pas en masse aussi dense que les dernières, tandis que celles-ci, qui forment la surface de la coupelle, lui donnent une surface lisse.

Le bouton d'œuvre doit être placé près du bord de la coupelle, à la gauche de l'opérateur; on porte la coupelle à la flamme du chalumeau, de manière que l'endroit sur lequel repose le bouton soit horizontal, et en tournant le chalumeau, on dirige sur l'essai une bonne flamme d'oxydation dans une direction perpendiculaire, et on le porte à la fusion; alors commence la coupellation. On replace très-lentement le support dans une position perpendicnlaire; le plomb se porte spontanément au centre de la coupelle (1); alors on en éloigne la flamme, et on chauffe les cendres d'os autour du bouton fondu, en les tenant, autant que possible, en état d'incandescence, afin que l'essai soit tenu en fusion et s'affine sans être touché par la flamme. S'il arrivait que l'essai se solidifiât, il faudrait le toucher un moment avec la flamme, et l'en éloigner aussitôt qu'il est fondu.

(1) Il y a avantage à ne pas fondre immédiatement le bouton au centre de la coupelle. En opérant de la manière indiquée, s'il contient quelques corps étrangers, il les laisse adhérents au bord sur lequel on l'a fondu.

La coupellation réussit d'autant mieux que la coupelle est plus sèche et que la litharge s'y infiltre plus facilement. Si pendant l'opération la chaleur n'était pas suffisante, la coupelle se couvrirait d'une couche légère de litharge en fusion, le bouton d'argent ne s'en détacherait plus si commodément, et si l'essai n'était pas manqué tout-à-fait, on aurait tout au moins une détermination d'argent fort incertaine. On termine en donnant un bon coup de feu, pour chasser complètement la dernière couche de litharge qui ne se sépare que difficilement, et en éloignant lentement l'essai de la flamme, on le laisse refroidir. Si le plomb d'œuvre est riche en argent, cinq ou dix secondes avant la fin de l'opération, c'est-à-dire avant qu'on aperçoive l'*éclair* qui paraît au moment où l'argent pur se découvre, on voit sur celui-ci les *couleurs de l'iris*, qui disparaissent bientôt sitôt que l'argent est pur. Tant que durent les couleurs de l'iris, il faut imprimer à la coupelle un mouvement circulaire très-lent, pour que la flamme touche le bouton successivement sur tous les points, et ne cesser de souffler jusqu'à ce que l'argent soit parfaitement débarrassé de litharge. Cette précaution est nécessaire surtout lorsqu'on a affaire à un essai très-riche; lorsqu'on opère sur un essai très-pauvre, aucun phénomène de coloration ne se manifeste.

Si on continuait à chauffer le bouton d'argent dès qu'il est pur, il en résulterait que la surface présenterait çà et là des petites aspérités d'aspect mat, qu'on pourrait prendre pour des corps étrangers.

Le refroidissement du bouton d'argent doit être gradué; on évite ainsi le *rocher*, ou la projection de petites parties de métal, qui causerait une perte. D'après M. Gay-Lussac, ce phénomène est dû au dégagement de l'oxygène absorbé par l'argent pendant la fusion.

Lorsqu'on a affaire à un essai contenant du cuivre, le bouton d'argent se dilate au moment de l'éclair; après le refroidissement il est blanc, mais il n'est pas pour cela toujours

exempt de cuivre. Un tel bouton doit être fondu une seconde fois sur une autre place de la coupelle, avec 100 ou 50 miligrammes de plomb pur, selon sa grosseur, pour donner un bouton d'argent pur et sphérique; cette opération faite en deux temps est plus convenable que celle qui consisterait à traiter directement un essai riche en cuivre, avec la quantité de plomb convenable pour l'élimination complète du cuivre; il faudrait pour cela employer presque le double de plomb, et néanmoins l'opération serait très-difficile.

Dans la coupellation des essais pauvres en argent, il se présente des inconvénients qu'il est bon de signaler. Le petit bouton de plomb d'œuvre peut rester adhérent à un point de la coupelle, par exemple à un grain de cendre d'os. Il est bon, dans ce cas, de suspendre l'opération, d'ajouter à l'essai une petite portion de plomb pur, de fondre de nouveau, et de faire une nouvelle coupellation. Le bouton devient par là plus pesant, et en inclinant la coupelle et la ramenant ensuite dans une position horizontale, on le débarrasse aisément du corps étranger.

Souvent la litharge, au lieu d'être absorbée par la coupelle, reste sur la surface, et entoure le bouton; on doit alors suspendre l'opération, laisser refroidir le bouton; le prendre au moyen des bruxelles, le séparer de la litharge, le transporter sur une autre coupelle et recommencer la coupellation. Si le bouton était trop petit pour être saisi, on le grossirait en le fondant avec un peu de plomb pur. Souvent encore le bouton d'argent reste, après l'éclair, recouvert d'une couche de litharge et il est alors difficile de l'en débarrasser; il faut alors chauffer le bouton et la litharge à la flamme d'oxydation, jusqu'à ce que toute la litharge soit absorbée.

Par les procédés que nous venons de décrire, exécutés convenablement, on est en état, suivant M. Plattner, de doser l'argent, même dans les matières qui n'en contiennent que 0,000752 pour 100. Si le contenu en argent était encore moin-

dre, et qu'on voulût néanmoins en doser la quantité, il faut peser plusieurs essais de un décigramme, les préparer chacun par des quantités convenables de plomb et de verre de borax, les fondre comme nous l'avons indiqué et coupeller les boutons de plomb d'œuvre deux à deux, ou trois à trois; l'argent se trouve ainsi concentré, on fait sur les boutons réunis une nonvelle oxydation et une nouvelle coupellation, on divise le poids total par le nombre des essais, ce qui donne le poids de l'argent contenu dans chaque essai.

Détermination du poids du bouton obtenu par l'essai au chalumeau. — Si le bouton est assez gros pour qu'on puisse en apprécier le poids par une pesée, on le portera avec la pincette sur l'enclume, on en détachera les matières adhérentes en le frappant légèrement avec le marteau, puis on le placera sur la balance. Lorsque les boutons d'argent sont tellement petits qu'ils ne peuvent pas être pesés, on en détermine le poids en en mesurant le diamètre comme nous l'indiquerons plus loin.

Nous avons dit qu'une faible proportion d'argent était entraînée par la litharge dans la substance de la coupelle, on doit en tenir compte et l'ajouter au poids du bouton. Cette perte n'est souvent pas sensible à la balance pour un bouton de un milligramme, elle le devient pour des boutons d'un poids supérieur; elle est proportionnelle au volume du bouton exprimé en centièmes, et d'autant plus considérable que le poids de l'argent est moindre. Au reste, elle se conserve constante en opérant sur une même matière, pourvu qu'on emploie la même quantité de plomb, et qu'on procède de la même manière.

(*Voir le Tableau pages* 82 *et* 83.)

Le tableau qui se trouve aux pages 82 et 83, dressé expérimentalement par M. Plattner, indique l'expression de la perte qu'on éprouve dans l'analyse soit des mines, minerais ou alliages qui contiennent du cuivre, soit pour ceux qui n'en contiennent pas. Pour les essais de matières cuprifères qui doivent être traitées d'abord avec 5, 7, 10, 12, 15 décigrammes de plomb, et qui exigent encore 1 décigramme de plomb pour être convenablement affinés, la perte est calculée pour 6, 8, 11, 13 et 16 décigrammes de plomb. Pour les essais qui donnent des boutons d'argent qu'on ne peut pas peser, il n'est pas nécessaire de calculer l'absorption faite par la coupelle, qui est toujours très-petite, et moins considérable que les erreurs qu'on commet en mesurant le diamètre du bouton.

2° ESSAI DES MINERAIS ET PRODUITS DE FOURNEAUX NE RENFERMANT PAS D'AUTRES CORPS VOLATILS QUE LE CHLORE.

A cette classe appartiennent les mines consistant en grande partie en matières terreuses et très-pauvres en argent, les minerais de plomb argentifères grillés, les mines d'argent grillées avec du sel marin, qu'on destine à l'amalgation, l'*argent corné*, et parmi les produits de fourneaux, les scories argentifères, etc.

La matière étant bien sèche et pulvérisée, on en pèse 2 ou 3 décigrammes, et on prépare chacun d'eux avec une cuiller presque pleine de verre de borax et 5 décigrammes de plomb. La quantité de plomb devra être plus forte, si la matière à essayer contient du cuivre, et augmentée en raison de la quantité de ce métal ; le mélange est enveloppé dans une cartouche de papier sodé, et porté dans un trou pratiqué sur le charbon.

Pour ces matières, la fusion ne présente pas de difficulté, car elles ne contiennent pas de corps qui doivent être d'abord combinés au plomb, et séparés ensuite de ce métal, et tout se réduit à fondre et combiner l'argent au plomb, et à vitri-

TABLEAU *des compensations pour le dosage de l'argent dans les mines, minerais ou alliages.*

POIDS du BOUTON D'ARGENT.	L'ESSAI CONTENANT EN CUIVRE de 80 à 90 p. 100.	de 60 à 79 p. 100.	de 30 à 59 p. 100.	de 10 à 29 p. 100,	de 7 à 9 p. 100.	L'essai contenant moins que 7 pour 100 de cuivre, ou étant parfaitement exempt de ce métal, on emploie pour l'oxydation et la coupellation :				
	ON EMPLOIE pour l'oxydation et la coupellation : 16 décig. de plomb.	13 décig. de plomb.	11 décig. de plomb.	8 décigr. de plomb.	6 décigr. de plomb.	5 décigr. de plomb.	4 décigr. de plomb.	3 décigr. de plomb.	2 décigr. de plomb.	1 décigr. de plomb.
	L'ESSAI A PERDU EN ARGENT PAR L'ABSORPTION FAITE PAR LA COUPELLE :									
milligr.	milligr.	milligr.	milligr.	milligr.	milligr.	milligr.	milligr.	milligr.	milligr.	milligr.
de 99.5 à 99.75	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	0.50	0.45	0.39	0.32	0.25
90.00	. . . .	. . . .	. . . .	0.83	0.69	0.47	0.42	0.36	0.29	0.22
80.00	. . . .	. . . .	. . . .	0.75	0 64	0.44	0.39	0.33	0.26	0.20
70.00	. . . .	. . . .	0.82	0.68	0.58	0.40	0.35	0.29	0.23	0.18
60 00	. . . .	. . . .	0.74	0.61	0.52	0.36	0.30	0.26	0.20	0.16
50.00	. . . .	. . . .	0.65	0.54	0.46	0.32	0.26	0.23	0.17	0.14
40.00	. . . .	0.62	0.55	0.46	0.39	0.27	0.22	0.20	0.15	0.12

35.00	. . . .	0.57	0.50	0.42	0.36	0.25	0.20	0.18	0.13	0.11
30.00	. . . .	0.51	0.45	0.38	0.32	0.22	0.18	0.16	0.12	0.10
25.00	. . . .	0.45	0.40	0.34	0.29	0.20	0.16	0.14	0.10	0.09
20.00	0.45	0.39	0.35	0.29	0.25	0.17	0.14	0.12	0.09	0.08
15.00	0.37	0.32	0.28	0.23	0.20	0.15	0.12	0.11	0.08	0.07
12.00	0.32	0.26	0.23	0.19	0.17	0.13	0.11	0.10	0.07	0.06
10.00	0.27	0.23	0.20	0.17	0.15	0.11	0.10	0.09	0.06	0.05
9.00	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.10	0.09	0.08	0.05	0.04
8.00	0.22	0.18	0.16	0.15	0.13	0.09	0.08	0.07	0.04	0.03
7.00	0.20	0.16	0.14	0.13	0.12	0.08	0.07	0.06	0.03	0.02
6.00	0.17	0.14	0.12	0.11	0.10	0.07	0.06	0.05	0.02	0.01
5.00	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.06	0.05	0.04	0.01	
4.00	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.05	0.04	0.03		
3.00	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0 04	0.03	0.02		
2.00	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.01		
1.00	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01			

fier, au moyen du borax, les terres et les oxydes difficiles à réduire. On n'a donc qu'à traiter l'essai au feu de réduction jusqu'à ce que tout l'argent soit fondu en un globule avec le plomb, et que la scorie se montre comme une perle limpide et en pleine fusion. Les terres et les oxydes métalliques difficiles à réduire sont, dans cette opération, convertis en une matière vitreuse par l'action du borax; les oxydes qui se réduisent facilement, comme l'oxyde de plomb, sont réduits et fondus avec le plomb; le chlorure d'argent est décomposé par le plomb, et le chlorure de plomb qui se forme se volatilise, et donne des vapeurs qui se déposent en couche blanche sur le charbon; l'argent réduit fond avec le plomb et donne le plomb d'œuvre. La fusion étant terminée, on laisse refroidir l'essai, on détache ensuite le bouton de la scorie, on le frappe sur l'enclume en lui donnant la forme d'un cube, on l'oxyde et on le coupelle à la manière ordinaire, et enfin on porte le bouton d'argent sur la balance.

Si la matière d'essai contient beaucoup de corps volatils, le plomb d'œuvre se présente après le refroidissement avec une couleur noire ou grise foncée. Dans ce cas, il faut le fondre encore avec les scories, pendant quelques minutes, à la flamme d'oxydation, afin d'éloigner le soufre ou l'arsenic qui pourraient encore le souiller.

3° ESSAI DES MINERAIS ET PRODUITS DE FOURNEAUX COMPOSÉS D'OXYDES FACILEMENT RÉDUCTIBLES SUR LE CHARBON.

A cette classe appartiennent les *abstrichs* et les *litharges* (1). Leur contenu en argent est toujours très-peu considérable, et

(1) Lorsqu'on coupelle, pour en extraire l'argent, le plomb d'œuvre qui résulte du traitement de la galène ou autres minerais de plomb, on obtient plusieurs sortes de *litharges*; les premières, qui surnagent dans le bain aussitôt qu'il est formé, ne sont que des *mattes* qui adhéraient aux lingots de plomb : on les nomme *abzugs*. Les secondes portent le nom d'*abstrichs* ou *litharges noires*; elles commencent à se produire aussitôt que le bain métallique est exposé au vent des soufflets, et elles sont successi-

souvent il est impossible de le déterminer dans une prise d'essai de un décigramme. Comme toutefois ces matières ne contiennent aucun autre métal étranger, dont la réduction soit très-facile, il n'y a pas de difficulté à en déterminer le contenu en argent.

La prise d'essai est de 5 décigrammes On mêle la matière avec une demi-cuillerée de soude et une demi-cuillerée de verre de borax, on enveloppe le mélange dans une cartouche de papier sodé, et on le traite sur le charbon à la flamme de réduction, jusqu'à ce que tout l'oxyde soit réduit, et que les scories soient en pleine fusion et complètement débarrassées de plomb. Vers la fin de l'opération, la flamme doit être dirigée plutôt sur la scorie que sur le métal; autrement le plomb se meut avec trop de violence, ce qui peut causer une perte.

Le bouton qui provient de la réduction de la litharge est ordinairement exempt de métaux volatils, et ne contient d'autres métaux etrangers qu'un peu de cuivre; celui qui provient des abstrichs renferme ordinairement aussi un peu d'antimoine, d'arsenic, de zinc, etc. Ces métaux disparaissent toutefois, lorsque, vers la fin de l'opération, on chauffe les scories seulement à la flamme de réduction; l'oxydation et la coupellation du plomb d'œuvre de ces matières se font selon la méthode ordinaire.

4° ESSAIS DES MINERAIS ET PRODUITS DE FOURNEAUX CONTENANT DES MATIÈRES VOLATILES.

On n'a jusqu'ici mis dans cette classe que le sulfure de molybdène. M. Plattner en a essayé un échantillon qui con-

vement noires et métalloïdes, grises ou jaunes-grisâtres : elles renferment tous les métaux très-oxydables que peut contenir le plomb d'œuvre; le métal qui y domine ordinairement, est l'antimoine. Les *litharges* micacées et rouges qui se forment après les abstrichs, et jusqu'à la fin de l'opération, sont de l'oxyde de plomb à peu-près pur; elles ne renferment que des traces d'argent et quelques millièmes d'oxyde de cuivre. (Berthier, *Traité des essais par la voie sèche.*)

tenait 0,176 pour 100 d'argent. Ce minerai n'est pas décomposé par le borax et ne s'y dissout pas ; il est au contraire décomposé avec effervescence par la soude. Cette propriété a été mise à profit pour son analyse : à 1 décigramme de minerai on ajoute 150 milligrammes de soude, 150 de verre de borax et 500 de plomb. Le mélange est introduit dans une cartouche de papier sodé, placé sur le charbon et traité à un bon feu de réduction. Il se forme du sulfure de sodium, et le molybdène mis en liberté se combine en partie au plomb, en partie se volatilise et couvre le charbon d'une poussière blanche. Le sulfure est complètement décomposé lorsque les scories sont en fusion tranquille. On fait alors sortir le bouton de plomb de dessous les scories qui le couvrent ordinairement, et on le traite à la flamme d'oxydation jusqu'à ce que tout le molybdène soit volatilisé. L'addition du borax est nécessaire pour empêcher que les scories s'étalent sur le charbon. Le plomb d'œuvre obtenu est oxydé et coupellé à la manière ordinaire.

B. *Alliages.*

3° ESSAI DES ALLIAGES DANS LESQUELS L'ARGENT EST LE MÉTAL PRÉPONDÉRANT.

Au nombre de ces alliages, sont : l'*argent natif*, l'*amalgame d'argent*, l'*argent de coupelle*, l'*argent ouvré* et *monnayé*. Pour ces matières, l'opération se borne à les fondre avec du plomb pur et à les coupeller. La prise d'essai n'est pas déterminée, elle ne doit être que de 80 à 100 milligrammes (1).

$$85{,}5 : 83{,}6 + 0{,}27 :: 100 : x$$

$$x = \frac{(83{,}6 + 0{,}27)\,100}{85{,}5} = 98{,}09.$$

(1) Comme on n'opère pas sur 1 décigramme juste, on doit faire un calcul particulier pour déduire du poids du bouton la richesse de la matière essayée. Si, par exemple, on avait opéré sur 85,5 milligrammes avec 200 milligrammes de plomb, et si on avait obtenu 83,6 milligrammes d'argent fin, l'absorption opérée par la coupelle étant de 0,27 milligrammes, on aura la proportion :

Il faut que la surface de la portion de matière qu'on soumet à l'analyse soit bien nette, car la présence des corps étrangers pourrait déranger l'opération; on pèse exactement une portion de la matière à essayer et on la place dans un trou pratiqué dans le charbon, au moyen de l'instrument décrit précédemment. Lorsqu'on a affaire à de l'argent natif ou de l'argent de coupelle, on ajoute à l'essai 1 décigramme de plomb et une demi-cuillerée de verre de borax; s'il s'agit d'essayer de l'amalgame d'argent cuprifère, ou l'argent des monnaies, on ajoute de 200 à 300 milligrammes de plomb, à raison de la quantité de cuivre, et une demi-cuillerée de verre de borax.

On chauffe alors le borax à la flamme de réduction, de manière à fondre aussi le plomb d'essai qui se réunit aux métaux et se met en mouvement de rotation. Quand ce mouvement a duré quelque temps, ce qui indique que la combinaison des métaux avec le plomb est complète, on suspend l'insufflation et on laisse refroidir le bouton de plomb d'œuvre; après le refroidissement, on l'enlève du charbon et on le sépare du verre de borax.

On pourrait, à la rigueur, se passer de borax, mais il y aurait alors à craindre que le plomb fondu s'oxydât en partie, puis se réduisît de nouveau, et s'alliant subitement au globule métallique, n'occasionât un mouvement rapide de la masse, et par suite peut-être une perte de matière.

Pour les alliages qui n'exigent que 1 à 2 décigrammes de plomb, on passe immédiatement à la coupellation. Quant aux matières cuprifères qu'on doit fondre avec 3 à 5 décigrammes de plomb, on en fait d'abord l'oxydation que l'on continue jusqu'à ce que l'argent ne contienne presque plus de cuivre, après quoi on passe à la coupellation, qu'on peut faire, soit sur une autre coupelle, soit sur la même, mais sur un autre point qui ne soit pas imprégné de litharge. Le bouton d'argent est alors enlevé de la coupelle et porté sur l'enclume, légèrement

aplati par quelques coups de marteau afin d'en séparer les parties de coupelle qu'il pourrait retenir, et ensuite porté sur la balance.

6° ESSAI DES MATIÈRES DANS LESQUELLES L'OR ÉTANT PRÉDOMINANT, L'ARGENT N'EST QU'EN PETITE PROPORTION. Voyez aux *Essais d'or*.

7° ESSAI DES ALLIAGES DANS LESQUELS LE CUIVRE ET LE NICKEL ÉTANT PRÉDOMINANTS, L'ARGENT N'EST QU'EN PETITE PROPORTION.

On doit ranger dans cette classe le *cuivre noir* et le *cuivre affiné* préparé en grand, les *monnaies de cuivre* contenant de l'argent, le *laiton*, le *métal des cloches*, l'*argentan*, etc.

Si l'alliage à analyser est du laiton, du métal de cloches, de l'argentan, on le soumet immédiatement à l'oxydation. Si c'est au contraire du cuivre noir ou de la monnaie de billon, il faut lui faire subir une opération préalable.

On prend 1 décigramme de matière qu'on mêle avec 15 décigrammes de plomb et une cuillerée de verre de borax remplie jusqu'aux bords; on mêle le tout dans la main de cuivre, on enveloppe le mélange dans la cartouche de papier sodé et on fond sur le charbon à la flamme de réduction; on continue de diriger la flamme réduisante sur le borax, jusqu'à ce que le plomb ait été pendant quelque temps en mouvement et qu'on n'aperçoive plus de portions métalliques non fondues, qui nagent ordinairement à la surface du plomb. Dans cette opération, si la matière contient du cobalt ou du fer, ceux-ci sont oxydés et pris par le borax; s'il y a aussi du zinc, il est volatilisé. Le plomb d'œuvre ainsi obtenu, contenant du cuivre, ou du nickel et du cuivre à la fois, peut être placé immédiatement sur l'enclume, sans qu'il soit nécessaire de le laisser refroidir sur le charbon; on s'épargne ainsi l'opération qui consiste à le détacher des scories.

L'oxydation et la coupellation de ce plomb d'œuvre doivent se faire de la même manière que pour les autres essais; seulement, la présence d'un peu de cuivre dans le bouton d'argent nécessite une seconde coupellation qu'on exécute en le traitant encore une fois avec 50 milligrammes de plomb pur. Pour le métal de cloches, on prend 1 décigramme d'alliage, 1 gramme de plomb et une cuillerée comble de verre de borax. Le traitement sur le charbon est le même que pour les matières précédentes. Lorsqu'on n'aperçoit plus de particules métalliques non fondues, on éloigne un peu la flamme de l'essai, et on la dirige de manière à ce qu'elle ne touche que le verre de borax. L'accès de l'air produit l'oxydation de l'étain et du zinc qui ne s'est pas volatilisé sous l'action de la flamme réduisante; les oxydes sont dissous par le borax. Lorsque le plomb se présente avec une surface blanche, on cesse l'insufflation et on coule le métal sur l'enclume. L'oxydation et la coupellation du plomb d'œuvre se font à la manière ordinaire.

8° ESSAI DES ALLIAGES DANS LESQUELS LE PLOMB ET LE BISMUTH SONT LES MÉTAUX PRÉDOMINANTS.

A cette classe appartient le plomb d'œuvre préparé en grand, le plomb de revivification, le bismuth argentifère, etc.

On opère sur 2 décigrammes d'alliage réduit en petits morceaux qu'on place sur une coupelle bien séchée, on le fond à la flamme oxydante qui ne doit pas être trop forte, et on exécute immédiatement l'oxydation. Par cette opération on peut obtenir du premier coup un bouton régulier et brillant d'argent pur, pourvu que la matière ne soit pas cuprifère. Si au contraire la matière contient beaucoup de cuivre, le bouton paraît plat et sa surface mate; il faut alors y ajouter 100 milligrammes de plomb pur, et passer à la coupelle. Le contenu de la prise d'essai, divisé par deux, donne la quantité d'argent que la matière essayée contient sur 100 parties.

9° ESSAI DES ALLIAGES DANS LESQUELS L'ANTIMOINE ET LE ZINC SONT LES MÉTAUX PRÉDOMINANTS.

C'est surtout au zinc et à l'antimoine argentifères que l'on peut appliquer les observations suivantes. Si l'antimoine contient quelques centièmes en argent, on peut le traiter sur le charbon à la flamme d'oxydation; l'antimoine se volatilise, et l'argent reste sous forme d'un bouton à surface mate. Si le contenu en argent était moindre, cette méthode ne conviendrait pas, car le petit grain serait facilement enlevé par le courant d'air. La méthode la plus sûre pour ce genre d'essai est la suivante: On pèse un décigramme de l'alliage, on le fond sur le charbon et à la flamme réduisante, avec 2 décigrammes de plomb et un peu de verre de borax; on traite le bouton métallique à la flamme d'oxydation; on chasse l'antimoine ou le zinc. Le plomb s'oxyde plus difficilement que les métaux précédents, ou du moins ne s'oxyde que lorsqu'ils ont été chassés pour la plus grande partie: à ce point, on suspend l'insufflation, on sépare le bouton refroidi du charbon et des scories, et on le soumet à l'oxydation et à la coupellation.

10° ESSAI DES ALLIAGES DANS LESQUELS L'ÉTAIN EST LE METAL PRÉDOMINANT.

L'étain ne pouvant pas être séparé immédiatement de l'argent par la coupellation, et n'étant pas susceptible d'être volatilisé par le traitement sur le charbon, il est nécessaire de fondre ces matières avec du plomb, ce qui se fait de la manière suivante : On divise l'alliage à essayer, on en pèse 100 milligrammes et on les mêle avec 500 milligrammes de plomb, une demi-cuillerée de soude, une demi-cuillerée de verre de borax. On enveloppe le mélange dans une cartouche de papier sodé, qu'on place dans un trou cylindrique pratiqué dans le charbon; on chauffe le tout à une bonne flamme de réduction, jusqu'à ce que l'étain soit fondu avec le plomb, et que la

soude, qui empêche l'oxydation de l'étain, soit vitrifiée par le borax. A ce point, on dirige la flamme bleue sur le globule métallique, de manière que l'étain s'oxyde lentement et que l'oxyde formé soit absorbé par le verre. Si l'on voit des globules d'étain sur les bords de la masse des scories, on suspend l'insufflation et on laisse refroidir l'essai; on traite le bouton de plomb sur un autre charbon avec une cuillerée de verre de borax, d'abord à la flamme de réduction, ensuite à la flamme d'oxydation, jusqu'à ce que le plomb présente une surface blanche. Le plomb d'œuvre ainsi obtenu exempt d'étain, doit être traité à la manière ordinaire, par l'oxydation et la coupellation.

11° ESSAI DES ALLIAGES DANS LESQUELS LE MERCURE EST LE MÉTAL PRÉDOMINANT.

Tels sont les amalgames d'argent naturel et artificiel et le mercure argentifère.

On pèse 100 milligrammes de la matière, on la place dans un petit tube en verre, à l'un des bouts duquel on a soufflé une petite boule, et on l'y chauffe légèrement soit à la flamme du chalumeau, soit sur la lampe à esprit-de-vin; la plus grande partie du mercure se trouve chassée, et vient se condenser sur la partie froide du tube. Lorsqu'après avoir graduellement augmenté la chaleur, il ne se sublime plus de mercure, on suspend l'opération. On laisse refroidir le tube, on le place dans une situation horizontale, et on le frappe de quelques coups, ce qui fait que les petites gouttes de mercure se réunissent en une seule que l'on fait sortir. Si on a affaire à un amalgame, l'argent reste dans le bout du tube, sous forme d'un globule poreux, qu'on peut facilement détacher. On fond ce globule sur le charbon avec du borax, et avec 100 milligrammes de plomb, ou 200 ou 300 milligrammes de ce métal, si on soupçonne la présence du cuivre. Le plomb d'œuvre obtenu est traité à la manière ordinaire.

Si la matière essayée était du mercure argentifère, on retrouve dans le tube un résidu très-peu considérable, qu'on a de la peine à détacher du verre auquel il adhère fortement; on sépare la boule qui contient l'argent et on y introduit un mélange de 1 décigramme de plomb et 1/2 cuillerée de soude; on place le tout dans un trou pratiqué dans le charbon, et on le soumet à un bon feu de réduction; la combinaison de ces deux métaux se sépare facilement du verre, et peut être aisément détachée du charbon après le refroidissement. Lorsque ces opérations sont terminées, on traite le plomb d'œuvre comme il a été dit plus haut.

Dans les deux cas, la coupellation est nécessaire : 1° parce que la distillation dans le tube ne chasse pas tout le mercure; 2° parce que l'amalgane contient souvent des métaux étrangers.

12° ESSAI DES ALLIAGES DANS LESQUELS LE FER OU L'ACIER PRÉDOMINENT.

Le fer et l'acier ne se combinant pas directement avec le plomb, il faut chercher un moyen indirect pour effectuer la combinaison : si l'on a à traiter de l'acier trempé, il faut d'abord le chauffer au rouge et le laisser refroidir lentement, afin qu'il perde sa dureté, après quoi on enlève, à l'aide d'une lime, la couche d'oxyde qui le couvre; on le divise alors en petites particules, et on en pèse une quantité convenable pour un essai, c'est-à-dire 1 décigramme, auquel on ajoute 50 milligrammes de soufre pulvérisé, 8 décigrammes de plomb pur et une cuillerée de verre de borax; on place le mélange dans une cartouche de papier sodé, et celle-ci dans un trou pratiqué sur un charbon, et on le traite à la flamme de réduction jusqu'à ce que le tout soit fondu en un globule liquide. Le soufre se combine d'abord avec le plomb, et lorsque, par une insufflation continuée, le fer commence à atteindre une chaleur rouge, il prend une portion du soufre qui est avec le

plomb, et s'y combine en formant du sulfure ferreux qui s'unit au sulfure plombique non décomposé et forme une masse fusible, qui se trouve entourée par le borax en fusion. On ajoute encore une cuillerée de verre de borax pour dissoudre complètement l'oxyde ferreux et l'oxyde ferrique qui se forment, on le fond avec le bouton qui a déjà été fondu, et on traite le tout à un bon feu d'oxydation, jusqu'à ce que le plomb impur s'échappe de dessous la masse du verre fondu; à ce point, on tient l'essai de manière que la flamme ne touche que le plomb; le soufre se volatilise, et les oxydes de fer passent dans le borax.

Tout le soufre étant éloigné, et tout le fer séparé, on interrompt l'insufflation, et on laisse refroidir le plomb d'œuvre, qui ne retient plus de fer, mais seulement l'argent de la prise d'essai. Alors, s'il se présente avec une surface blanche, on le soumet au traitement ordinaire; si, au contraire, il a une surface noire, s'il est en outre fragile, on le traite encore une fois à la flamme d'oxydation avant de procéder aux opérations ultérieures.

§ II. DOSAGE DE L'OR.

L'or peut être dosé au chalumeau aussi exactement que l'argent, plus exactement même; en effet, comme il n'absorbe pas l'oxygène, on n'a pas à craindre de perte dans le traitement par le borax et le plomb; de plus, il n'est nullement entraîné dans la substance de la coupelle. Toutefois l'analyse des minerais d'or, presque toujours argentifères, est plus difficile que celle des minerais d'argent.

On peut diviser les matières aurifères en deux classes, savoir:

A. *Mines et produits de fourneaux*, purement aurifères ou argentifères.

B. *Alliages* consistant en :

1° Argent et or;

2° Argent et or unis à d'autres métaux;
3° Or et mercure.

A. *Mines et produits de fourneaux.*

1° ESSAI DES MINES D'OR, DES MINES D'ARGENT AURIFÈRES, ET DES PRODUITS DE FOURNEAUX A LA FOIS ARGENTIFÈRES ET AURIFÈRES.

On doit ranger dans cette classe le *tellure natif*, toutes les mines et tous les minerais qui, outre l'or, contiennent aussi de l'argent, le *tellure blanc*, le *sulfure de molybdène* aurifère et argentifère, toutes les *pyrites* de fer et de cuivre argentifères et plusieurs produits du traitement des minerais d'or et d'argent.

Pour les mines d'or qui ne contiennent pas d'argent, ou qui n'en contiennent que très-peu, on prépare la quantité de matière nécessaire pour un essai, et on procède tout-à-fait de la même manière que s'il s'agissait d'un essai d'argent. Après la coupellation, on regarde la couleur du bouton, et on voit s'il est d'or pur, ou s'il contient de l'argent; il suffit de 2 pour 100 de ce métal pour donner à l'or une couleur jaune de laiton. Si l'or est pur, on peut immédiatement en déterminer le poids, soit sur la balance, soit sur une règle graduée. Si au contraire il présente une couleur trop blanche, il faut le soumettre à un nouveau traitement qui sera décrit plus loin.

Pour les matières qui contiennent plus d'argent que d'or, on en pulvérise autant qu'il en faut pour dix à quinze opérations, et on commence par faire un essai pour l'argent. De la quantité d'argent obtenue, on calcule combien d'essais partiels il sera nécessaire d'exécuter, pour se procurer une quantité d'argent telle qu'on puisse en évaluer quantitativement le contenu en or. Si la matière ne contenait que 0,114 pour 100, et si on croyait que le contenu en or fût encore moins considérable, il faudra pulvériser une plus grande quantité de mi-

nerai, et en peser au moins 2 172 grammes; si, au contraire, la mine est plus riche, si, par exemple, elle contient 0,29 pour 100, il sera suffisant d'en peser pour huit ou dix essais. La préparation d'ailleurs est tout-à-fait la même que celle d'un essai d'argent; on le mêle avec du plomb et du borax, en augmentant convenablement la proportion du plomb dans le cas où l'on a affaire à une matière contenant du cuivre. La fusion se fait aussi comme celle de l'argent; quant à la coupellation du plomb d'œuvre, il sera bon, pour épargner le temps, de procéder comme nous allons l'indiquer : après avoir fondu tous les essais, et avoir séparé les plombs d'œuvre des scories qui les souillent, et les avoir convertis en petits cubes par le marteau, on prendra un certain nombre de ceux-ci qui, ensemble, ne pèsent pas plus de 1500 milligrammes, on les place sur une coupelle bien sèche, et on fait une oxydation de la même manière que pour les essais d'argent. L'oxydation terminée, on enlève de la coupelle la litharge et le bouton, et on les met de côté pour recommencer sur une autre coupelle le même traitement sur deux ou trois autres boutons de plomb d'œuvre. On opère ainsi sur les autres boutons jusqu'à ce qu'on ait concentré tout l'argent et tout l'or dans plusieurs boutons de plomb d'œuvre. On les sépare alors de la litharge, on les place ensemble avec les premiers boutons, et on continue la concentration de l'or et de l'argent jusqu'à ce qu'on n'ait qu'un bouton de la grosseur d'un grain de moutarde, sur lequel on fait la coupellation sur une autre coupelle convenablement desséchée; on pèse alors le bouton d'argent aurifère, et on procède comme nous l'indiquerons plus loin.

L'analyse des pyrites, ou des minerais pyriteux qui sont très-pauvres en argent, se fait d'une autre manière : on pèse de 24 à 36 décigrammes de la matière pulvérisée, on la divise en parties de 3 décigrammes qu'on place séparément dans des capsules d'argiles couvertes intérieurement de poudre d'ocre, et on la grille sans addition de charbon. Dans cette opération

il se dégage de l'acide sulfureux ; lorsqu'il cesse de s'en produire, on pulvérise les essais grillés, et on les calcine encore sur la capsule : on répète la même opération sur toutes les prises d'essai. Le grillage étant fini, on porte la matière grillée dans un vase en porcelaine, et on verse dessus autant d'acide chlorhydrique qu'il en faut pour dissoudre tous les oxydes, ce qu'on fait d'ailleurs plus facilement, si on place le vase sur une faible flamme d'une lampe à esprit-de-vin. Tous les oxydes se trouvent dissous, l'or reste avec les matières terreuses que la mine peut contenir. Après la dissolution complète, on évapore le tout à siccité, ce qui fait que le chlorure d'argent qui avait pu se dissoudre devient insoluble, et on reprend la masse par l'eau ; les chlorures métalliques solubles sont dissous et peuvent être séparés au moyen de la filtration ; le résidu retenu sur le filtre est lavé à l'eau, et desséché avec le filtre même dans une capsule de porcelaine. Après la dessiccation, on ouvre le filtre, on ajoute au résidu insoluble qu'il contient, 5 décigrammes de plomb et une cuillerée de verre de borax ; on mêle le tout avec précaution, on plie le filtre, on en coupe le bout excédant ; on enveloppe en forme de paquet la portion qui contient la matière, et on la porte ainsi dans un grand trou pratiqué dans le charbon ; on soumet l'essai d'abord à une flamme d'oxydation très-faible pour détruire le filtre, ensuite à une bonne flamme de réduction pour en opérer la fusion ; le chlorure d'argent est décomposé par le plomb, l'argent réduit et l'or se combinent au plomb métallique, et les parties terreuses de la mine sont dissoutes dans le borax. On a ainsi un bouton de plomb d'œuvre, qu'on soumet à une fusion et à une coupellation à la manière ordinaire. Nous verrons plus tard comment on traite le bouton d'argent aurifère.

Il peut arriver qu'on ait à traiter des pyrites qui contiennent moins de 0,114 d'argent sur 100. Il est nécessaire alors d'opérer sur de plus fortes quantités de matières. Ainsi, on devra prendre pour une richesse de

0,0939 pour 100 d'argent. . . . 48 décigrammes.
0,0616. 72
0,0370. 144
0,0142. 288

Dans ce cas le grillage par petites portions de 3 décigrammes deviendrait très-long ; il sera, par conséquent, plus convenable de calciner la totalité de la matière qu'on destine à l'analyse sur une capsule de fer, enduite d'une couche mince d'argile, et à bords relevés, qu'on placera sur un feu de charbon et qu'on chauffera en remuant jusqu'à disparition de l'odeur de soufre. Après le premier grillage, on retirera la matière de la capsule, on la broiera dans un mortier, et on la soumettra à un nouveau grillage.

On portera ensuite la matière ainsi traitée dans un ballon, et on dissoudra les oxydes et le sulfate de cuivre par de l'acide chlorhydrique du commerce, puis on évaporera à sec et on reprendra par l'eau; le résidu, formé d'or, de chlorure d'argent et de substances terreuses, sera divisé en parties de 1 décigramme ; chaque partie sera fondue avec 5 décigrammes de plomb d'essai et une cuillerée de verre de borax, et le plomb d'œuvre obtenu sera traité comme un essai d'argent ordinaire pour en retirer le bouton d'argent aurifère.

B. *Alliages.*

2° ESSAI DES ALLIAGES QUI NE CONTIENNENT QUE DE L'OR ET DE L'ARGENT.

On peut ranger parmi ces produits, l'or natif, l'alliage d'or et d'argent et les boutons d'argent aurifère obtenus dans le traitement des mines d'or argentifère, ou d'argent aurifère.

On ne connaît encore aucun moyen de séparer les deux métaux par la voie sèche, et il est indispensable de recourir à la voie humide; seulement, il faut aussi, pour de tels essais, faire une opération d'*inquartation*, qui se fait très-bien au cha-

lumeau, comme dans les essais ordinaires des monnaies. La séparation des deux métaux ne peut se faire que lorsque la proportion de l'argent est au moins triple de celle de l'or. Il est indispensable de faire d'abord un essai préparatoire (1) pour reconnaître à quel mélange on a affaire. Si la proportion d'argent était insuffisante, on ajouterait autant d'argent fin qu'il en faudrait pour arriver au rapport voulu (2).

Après avoir pesé de 20 à 100 milligrammes de l'or argentifère, quantité qui varie selon sa composition, et l'avoir fondu avec la proportion convenable d'argent sur le charbon, on porte le bouton ainsi obtenu sur l'enclume, on l'y aplatit avec quelques coups de marteau, puis on le porte sur le charbon, et on le chauffe au rouge pour lui faire perdre de sa dureté; alors on le place dans un petit vase de porcelaine (*fig.* 78, *pl.* 3); on verse dessus de l'acide azotique chimiquement pur et de concentration moyenne, en quantité telle qu'après la dissolution de l'argent il en reste encore un petit excès. On porte alors le vase sur la flamme de la lampe à esprit-de-vin, et on le couvre d'un verre de montre pour empêcher la perte causée par les projections. L'argent est ainsi dissous, l'or reste au fond du vase (3); si la proportion d'or est considérable, l'essai conserve

(1) L'essai au touchau, qu'on pratique ordinairement pour les matières d'or et d'argent, n'est pas essentiellement nécessaire dans le cas qui nous occupe : si l'or contient 2 pour 100 d'argent, il a une couleur de laiton ; 30 pour 100 d'argent lui donnent une couleur de laiton très-pâle; lorsqu'il contient 60 pour 100 d'argent, il n'a plus de couleur jaune visible. Ainsi, l'inspection de l'or argentifère fait connaître approximativement le contenu en argent, et par conséquent combien de ce métal il faut ajouter pour arriver à la proportion convenable.

(2) Les proportions d'argent fin qu'on doit ajouter à l'essai sont très-variables, et dépendent de la quantité d'or qu'il contient, savoir : pour l'or natif, 60 à 90 milligrammes; pour l'argent aurifère d'une couleur jaune très-claire, 200 à 220 (on opère sur la moitié de la prise d'essai); pour les alliages blancs, 60 à 80; pour les boutons d'or argentifère obtenus par le traitement des minerais d'or, 200 à 300.

Pour le produit du traitement des pyrites aurifères, on peut se dispenser de l'inquartation.

(3) Si, dans un or natif ou dans un produit de l'art, on voulait doser à la fois l'or et l'argent, il faudrait, avant de procéder à l'inquartation, faire une coupellation avec 1 à 2 décigrammes de plomb, pour éliminer la petite quantité de fer ou de métaux étrangers

sa forme; dans le cas contraire, il se brise en particules presque noires.

Aussitôt que le dégagement de vapeurs rutilantes a cessé, on porte le liquide à l'ébullition, puis au bout de quelques instants on le laisse refroidir; on décante le liquide acide, on remplit le vase à moitié d'eau distillée qu'on porte aussi à l'ébullition. L'or débarrassé ainsi des dernières portions de la solution azotique, prend une couleur plus jaune que celle qu'il avait auparavant. On renouvelle deux fois on trois ce traitement, et on finit par deux lavages à l'eau froide; les solutions et les eaux du lavage sont réunies. L'or étant ainsi pur, on place le vase dans lequel on l'a lavé au-dessus de la lampe, et on le sèche.

Quant à l'azotate d'argent, on le précipite par l'acide chlorhydrique; on lave le chlorure sur un filtre, pour le conserver pour la préparation de l'argent pur (1).

Lorsque l'on veut avoir l'or sous forme d'un bouton métallique, on le place dans la capsule aux mélanges, et sans trop le diviser, on y ajoute 100 milligrammes de plomb et un peu de borax, on introduit le mélange dans une cartouche de papier sodé, et on le fond sur le charbon à une flamme de réduction peu intense. Le plomb étant fondu avec l'or en un bouton, on expose le borax à un bon feu de réduction, de manière que la réunion des deux métaux devienne complète, et on laisse refroidir. On sépare le bouton de plomb aurifère en frappant légèrement avec le marteau sur le bouton enveloppé de papier et placé sur l'enclume, et après l'avoir mis sur une bonne coupelle de cendres tamisées et léviguées, on le passe immédiatement à la coupellation.

Dans la séparation du plomb d'œuvre des scories, il faut

facilement oxydables, peser le bouton ne consistant plus qu'en argent aurifère, et déterminer la quantité d'argent par différence après le départ.

(1) Voyez le *Manuel du Fabricant de produits chimiques*, faisant partie de l'*Encyclopédie-Roret*,

avoir égard à ce que l'or allié à peu de plomb donne un métal cassant, dont on perdrait facilement quelques portions si on le frappait de coups trop forts.

L'affinage du bouton de plomb et or est souvent difficile, car sitôt que l'or ne contient plus que peu de plomb, il ne peut être séparé de ce dernier que par une forte chaleur; c'est à cause de cette circonstance que, lorsqu'on a affaire à un alliage qui contient beaucoup d'or et peu d'argent, on ne doit pas opérer sur plus que 50 millig. pour que l'or se réunisse.

Si on ne veut pas avoir l'or en un bouton, on arrive plus facilement au but en plaçant la poudre d'or obtenue par le départ dans une cuiller de platine, et l'y chauffant au rouge pendant un court espace de temps. On peut faire cette calcination soit à la lampe à alcool, soit à la flamme du chalumeau, que l'on dirige seulement sur la partie inférieure de la cuiller. On réunit alors la poussière d'or et on la porte sur la balance pour en déterminer le poids.

3° ESSAI DES ALLIAGES QUI, OUTRE L'OR ET L'ARGENT, CONTIENNENT ENCORE D'AUTRES MÉTAUX.

On doit particulièrement ranger dans cette division l'or allié au cuivre et à l'argent. On pèse 3 à 5 décigrammes de la matière à essayer, et selon qu'elle est plus ou moins riche en cuivre, on la mêle avec 3, 5, 8 décigrammes de plomb pur; on fond le tout sur le charbon à la flamme de réduction : le plomb d'œuvre est ensuite traité à la manière ordinaire. Le cuivre et le plomb sont oxydés, le bouton qui reste ne contient que l'or et l'argent à l'état de pureté. Si l'on craignait qu'il ne restât un peu de cuivre, on le fondrait avec 1 décigramme de plomb d'essai, et on le passerait de nouveau à la coupelle. Les opérations ultérieures seraient, du reste, telles que nous les avons déjà indiquées.

4° ESSAI DES ALLIAGES D'OR ET DE MERCURE. (*Amalgames d'or.*)

On ne rencontre pas ces composés dans la nature, mais ils se produisent dans le traitement des mines d'or par les procédés d'amalgation. Pour en faire l'analyse, on en pèse à peu près 50 milligrammes qu'on distille dans un tube de verre, comme nous l'avons indiqué pour l'amalgame d'argent. L'or restant est coupellé avec 100 milligrammes de plomb, après quoi on pèse le bouton de retour. Si sa couleur est très-pâle, c'est une preuve qu'il contient de l'argent; dans ce cas il faudra le soumettre au départ, comme on l'a dit déjà précédemment, et déterminer le contenu de l'alliage en or et en argent.

L'amalgame étant très-pauvre en or et en argent, de manière qu'on ne puisse pas, sur 100 milligrammes, en retirer une quantité pondérable d'or argentifère, on en prendra plusieurs prises d'essai, on les introduira dans une cornue en verre, et on distillera encore jusqu'à ce qu'on ait obtenu une proportion d'or argentifère assez considérable pour qu'on puisse la peser. Alors on opérera comme on l'a dit pour le mercure argentifère; on pèsera le bouton d'or, et s'il est pauvre en argent, on le fondra avec 2 ou 3 parties d'argent pur, puis on dosera les deux métaux.

§ III. DOSAGE DE L'OR ET DE L'ARGENT PAR LE VOLUME DES BOUTONS DE RETOUR.

Il arrive souvent, dans les essais quantitatifs au chalumeau, que le bouton de retour, obtenu par le traitement d'un décigramme de matière argentifère ou aurifère, est tellement petit qu'on ne peut plus en déterminer exactement le poids, même à la balance la plus sensible; d'un autre côté, on ne pourrait pas opérer sur des masses de matière assez considérables pour en compenser la pauvreté, sans ôter aux essais au chalumeau leur caractère le plus important, celui de la simplicité

et de la promptitude de l'exécution. Harkort, pour échapper à cette difficulté, a imaginé de déduire la richesse de la matière à essayer par la mesure du diamètre du bouton obtenu, moyen susceptible d'atteindre des limites beaucoup plus reculées que celles de la pesée, et que l'expérience a démontré exact, malgré les petites différences que peut présenter la forme des boutons. Pour faire comprendre de quelle manière on procède pour arriver à ce but, nous allons décrire l'instrument inventé par Harkort et modifié par Plattner.

Règle d'Harkort. Cette règle représentée figure 91, planche 3, est en ivoire. Ses faces sont bien polies; sur l'une d'elles est tracée d'abord la ligne AB, parallèle à un de ses côtés; puis, à peu de distance de cette ligne, deux autres *ab*, *ac*, convergentes en *a*, et faisant un angle très-aigu. La ligne AB est divisée en parties égales; de chaque point, indiquant chaque division, sont élevées des perpendiculaires qui, parallèles entre elles, coupent les deux lignes convergentes *ab*, *ac*, et forment les bases d'autant de triangles qui sont semblables au grand triangle *bac*; ces triangles ont en effet un angle commun, et les côtés opposés à cet angle, parallèles entre eux. En conséquence, on pourra établir une proportion entre leurs côtés homologues. Ainsi, entre le grand triangle *bac* et le petit triangle *fag*, on aura la proportion $ab : af :: bc : fg :: ac : ag$.

L'espace compris entre les deux lignes *ab* et *ac* peut, cela posé, servir à la détermination du volume d'une sphère, conséquemment de son poids. Si nous supposons qu'on place un bouton métallique sphérique sur la règle entre les deux lignes *ab*, *ac*, et qu'on l'avance vers le point *a* jusqu'à ce que les deux lignes convergentes lui soient absolument tangentes, on aura, à ce point fixé, le diamètre du globule métallique, qui sera exprimé par la ligne qui réunit les deux points de tangence. Si, par exemple, le bouton se trouve correspondre à l'intervalle des deux lignes de *de*, ce sera cette distance

qui exprimera son diamètre; si un autre globule introduit entre les deux lignes se trouve les avoir absolument tangentes en fg, cette ligne en sera le diamètre.

La position des deux boutons métalliques étant déterminée, et leurs distances du point a étant établies par les divisions sur la ligne AB auxquelles ils correspondent, on conçoit facilement comment on peut saisir le rapport entre leurs diamètres, et remonter ensuite au rapport entre leur poids. Pour cela, il suffit de se rappeler que les poids des sphères homogènes sont entre eux comme les cubes des diamètres. Dès-lors, si nous appelons L et l les distances qui séparent les deux boutons du point a; V et v les deux volumes, P et p les deux poids, nous aurons

$$V : v :: (de)^3 : (fg)^3$$

et puisque :

$$de : fg :: ad : af :: L : l,$$

on aura :

$$V : v :: L^3 : l^3$$

et par conséquent la proportionnalité des poids aux volumes,

$$P : p :: L^3 : l^3.$$

Cette proportion n'indiquant seulement que le rapport qui doit exister entre P et p, ne donne aucune valeur pour ces deux quantités; il est toutefois facile de comprendre que si on fixe la valeur de P, la valeur de p se trouvera immédiatement établie, et qu'on aura :

$$p = \frac{P \times l^3}{L^3} \text{ ou } \frac{P}{L^3} \times l^3$$

expression dans laquelle tout sera connu.

Pour donner à P une valeur concrète, il suffit de peser le bouton de. C'est ce que fit Harkort : il choisit une mine de richesse moyenne (1), et après avoir plusieurs fois fait l'essai

(1) L'auteur avait surtout pour but l'application de ses procédés à l'analyse des

à la coupelle, et avoir trouvé une correspondance entre les différents boutons qu'il avait obtenus, il prit le plus régulier et le pesa ; il trouva que son poids correspondait à une richesse de 154 loths sur un quintal (1), ou 4,354 pour 100. Il le porta sur la règle et trouva qu'il correspondait exactement au n° 52 sur la ligne A B; il inscrivit le poids indiqué par le bouton en correspondance de ce point, et établit ainsi un terme de comparaison pour les autres boutons plus petits (2).

Le point de départ ainsi établi, on conçoit comment, en introduisant la valeur de P dans la formule $p = \frac{P}{L^3} \times l^3$, on arrivera à la détermination du poids indiqué par un bouton quelconque p. On conçoit aussi qu'on aura dans les valeurs des différents p, un facteur $\frac{P}{L^3}$, et que dès-lors le seul soin qu'on devra avoir sera d'établir par une opération la position exacte du bouton sur la règle, et par conséquent la distance l qui le sépare du point a; pour cela, on le saisit avec une petite pince, on le transporte sur la règle entre les deux lignes, et on le pousse jusqu'au point de tangence. Pour déterminer exactement ce point, il faut se servir d'une bonne loupe, et avoir le soin de diriger le regard sur le plan de la règle dans une direction bien perpendiculaire.

On conçoit qu'une telle manière d'opérer suppose que les boutons soient toujours sphériques, et dans les mêmes circonstances de densité, conditions nécessaires pour que le rapport des volumes soit comme celui des cubes des diamètres, et que les poids soient comme les volumes. Mais il n'en est pas ainsi dans la pratique. En effet, les globules à l'état de fusion s'af-

mines, il a choisi ce point de départ pour se trouver toujours le plus possible dans les mêmes circonstances.

(1) Le quintal de Saxe est un poids de 110 livres, dont chacune est divisée en 32 loths égale 467 gmes, 6246. Le loth égale 14 gmes, 61326. A côté de la richesse des mines en loth, d'après Plattner, nous avons placé la valeur en centièmes, qui ôte toute obscurité.

(2) C'est pour cela que la graduation de la règle commence par le No 52.

faissent pour ainsi dire sous leur poids, et conservent la forme aplatie après le refroidissement, et d'ailleurs la densité d'un bouton métallique doit être dépendante de la lenteur plus ou moins grande de son refroidissement. Quoique ces causes d'erreur ne puissent être mises en doute, il est toutefois vrai de dire que, dans les limites entre lesquelles il est convenable de se servir de la règle, l'influence de la température et de la forme devient presque nulle, et qu'enfin les expériences directes ont appris à Harkort que les essais comparatifs de la coupelle et du chalumeau se trouvent en harmonie.

Règle de Plattner. Les essais d'argent que nous venons de décrire se faisant sur 100 milligrammes, quantité représentant en petit le quintal, M. Plattner a construit une échelle qui peut servir pour les globules obtenus de cette prise d'essai. Il a choisi pour cela une mine d'argent sulfuré rouge, l'a mêlée avec une mine pauvre d'argent, contenant du spath calcaire, et a broyé le mélange aussi exactement que possible, de manière à avoir une distribution uniforme de la matière argentifère. En essayant ce mélange par la coupellation dans la moufle, il a trouvé constamment une richesse de 122,5 loths par quintal, ou 5,48 pour 100. Il a répété l'essai sur le même mélange, au moyen du chalumeau, et les résultats qu'il a obtenus ont été exactement d'accord avec ceux de la moufle; son échelle, telle qu'on la voit figure 92, planche 3, est divisée en 50 parties; le point de départ est le bouton fourni par un décigramme d'une mine contenant 122,5 loths sur un quintal, ou 5,48 pour 100 d'argent. Le facteur constant $\frac{P}{L^3}$ est dès-lors égal à 0,00098 pour la division en loths, et $\frac{5,48}{503} =$ 0,0000438, si on exprime la richesse de la mine en centièmes.

Il est clair qu'une échelle ainsi construite pourrait bien être prolongée et servir à la mesure de sphères métalliques de volume plus grand que celui qui sert ici de point de départ,

mais il y aurait un inconvénient ; c'est que les poids des sphères étant en raison des cubes de leurs diamètres, les différences de poids seraient trop considérables pour chaque division de l'échelle ; et d'ailleurs, il n'est pas nécessaire d'uue limite plus éloignée que celle qui a été donnée, les poids des boutons d'un diamètre supérieur pouvant être facilement appréciés par la balance.

Le degré de la divergence des deux lignes n'est pas indifférent ; plus elle sera marquée, plus les différences des lignes qui correspondent aux divisious seront sensibles. Au contraire, plus les points *b* et *c* seront rapprochés, moins ces différences seront appréciables. Il ne faudra pas toutefois exagérer l'une ou l'autre position. Si l'on donne trop de divergence, les divisions ne représenteront que des volumes très-éloignés, et conséquemment n'indiqueront pas de petites différences ; si, au contraire, on rapproche trop les deux lignes, l'échelle ne comportera plus qu'un petit nombre de divisions.

Harkort, après plusieurs essais, trouva que la divergence la plus avantageuse était de 2/5 de pouce anglais sur 50 lignes de longueur ; M. Plattner la réduisit à 2/7 de ligne, la ligne étant égale à 1/8 de pouce (1).

Il est commode, pour la promptitude de l'essai, d'inscrire à côté de chaque division de la règle, la richesse indiquée par le globule métallique ; il suffira pour les plus petits de prendre trois chiffres décimaux : si le quatrième chiffre était plus fort que 5, on augmenterait le précédent de 1. Il est possible qu'un globule d'argent placé sur la règle ne coïncide pas avec une des perpendiculaires ; pour déterminer des fractions de divisions, on précisera la distance de point de tangence au trait supérieur, puis, en prenant la différence entre les deux poids correspondants aux deux traits qui comprennent le globule, on la multipliera par la fraction trouvée, le produit

(1) Le pouce anglais égale 25,39954 millimètres, la longueur de l'échelle égale 158,747 millimètres ; chaque division est d'une ligne anglaise, ou 3,17494.

sera ajouté à la valeur du poids du trait inférieur. Ainsi, un bouton d'argent placé à 2/3 de l'espace entre 43 et 44, se trouvera correspondre à une richesse en argent comprise entre 83, 48 et 77,916 loths, ou en centièmes entre 2,37160 et 2,21545 ; la différence entre ces deux valeurs en centièmes est de 0,15615. En multipliant cette valeur par 2/3, on aura 0,10410, qu'on ajoutera à 2,21545, et on aura 2,31955, expression de la richesse de la mine. Il est clair que l'exactitude de ces calculs dépend en grande partie de la précision qu'on met à placer les boutons, bien que très-petits, à la place juste de la tangence des deux lignes convergentes. Au reste, on pourra contrôler son expérience de la manière suivante: on exécutera plusieurs essais au chalumeau sur la même mine; après qu'on aura mesuré dix globules par exemple, et qu'on en aura trouvé, par ce moyen, les poids sensiblement égaux, on les nettoiera en les aplatissant sur une enclume, et les portant ensuite sur la balance, on en prendra le poids total par une pesée exacte: divisant alors le poids obtenu par le nombre de globules, ou aura le poids de chacun, et on verra s'il est d'accord avec le poids trouvé par la mesure du diamètre.

J'ai fait construire une règle de Plattner en y apportant la modification suivante qui me semble, éloigner les causes d'inexactitude provenant de la difficulté de placer les boutons juste à leur point de tangence avec les deux lignes *ac* et *ad*. Les lignes ont été remplacées par deux petits biseaux d'ivoire dont la hauteur égale les deux tiers du diamètre des globules. Pour que le globule soit parfaitement porté à son point de tangence, il suffit de le placer dans l'espèce de gouttière formée par les biseaux, et de le pousser légèrement jusqu'à ce qu'ils refuse d'avancer. On est alors parfaitement sûr de la tangence des lignes avec la sphère métallique. Chacune des divisions de la règle a été ensuite subdivisée en dixièmes marqués alternativement un d'un côté, l'autre de l'autre,

ainsi que le montre la figure grossie (*Pl.* 3, *fig.* 92). Il est facile de savoir à quelle division correspond la tangence, puisque d'un côté se trouvent les divisions paires, et sur l'autre les impaires.

Emploi de la règle graduée pour les essais quantitatifs des matières d'or au chalumeau. — La règle graduée qne nous venons de décrire pour la mesure des boutons d'argent, pourrait servir pour les essais des matières d'or, en supposant que les boutons de ce métal obtenus par les mêmes procédés fussent dans les mêmes conditions que les boutons d'argent, à la différence près de leur plus grande densité ; si cela était, en plaçant un bouton d'or sur la règle, on trouverait le poids correspondant au bouton d'argent du même diamètre, et il serait facile, par le rapport des densités connues des deux métaux, de calculer le poids indiqué par le bouton d'or. Mais ce dernier est loin de se trouver dans les mêmes circonstances que le bouton d'argent ; la cohésion que l'or possède à l'état de fusion, plus forte que celle de l'argent, en tient les molécules plus rapprochées, et donne au globule une forme sphérique qu'il conserve après le refroidissement.

Voici la méthode que M. Plattner a suivie pour évaluer, selon les mêmes principes, les poids des boutons d'or par leur volume : il a fixé sur la règle graduée destinée aux essais d'argent, un point de départ, en se préparant un bouton d'or d'un poids connu et exactement déterminé sur la balance. Pour cela, il a dissous 946 milligrammes d'or fin dans l'eau régale, l'a précipité par une solution de proto-sulfate de fer, puis lavé, desséché et calciné avec le filtre. Il a broyé dans un mortier de fer le résidu de la calcination, avec 14,554 grammes de spath calcaire ; avec cette quantité de mélange, il a exécuté deux essais d'or par la coupellation et cinq par le chalumeau. Le mélange sur 15,500 grammes contenait 946 milligrammes d'or, ou 6,103 pour 100. Les boutons obtenus par la coupellation étaient parfaitement égaux, chacun pesait 6,09. Les

boutons obtenus par le chalumeau étaient parfaitement semblables, pesaient ensemble 30,5, et ainsi chaque bouton pesait en moyenne 6,08, richesse correspondant à 214,5 loths dans un quintal. Ainsi, les essais à la moufle et ceux qui avaient été pratiqués au chalumeau se correspondaient exactement; chacun des boutons d'or obtenus au chalumeau porté sur la règle graduée pour les essais d'argent, se trouvait avoir les lignes *ab*, *ac* tangentes exactement à la moitié de l'intervalle entre les numéros 46 et 47. En conséquence il a établi qu'un bouton d'or ayant cette dimension, pesait 6,07 milligrammes, et exprimait une richesse de 214,5 loths. Cela posé, il a eu tous les éléments pour rendre possible la résolution de la formule générale:

$$p = \frac{P}{L^3} l^3$$

P = 6,07 ou 214,5 loths.
L = 46,5.

TABLEAU *des poids des boutons d'argent et d'or, en loths et en centièmes, calculés au dixième de degré.*

DIVISION de la règle.		ESSAIS D'ARGENT.			ESSAIS D'OR.		
Degrés.	10mes.	LOTHS sur 1 quintal.	ARGENT pour 100.	DIFFÉRENCES entre les nombres.	LOTHS sur 1 quintal.	OR pour 100.	DIFFÉRENCES entre les nombres.
1		0.00098	0.000028		0.00213	0.00006	
	1		0.0000475			0.000102	
	2		0.000067			0 000144	
	3		0.0000865			0 000186	
	4		0.000136			0.000228	
	5		0.0001255	0.000195		0.000270	0.00042
	6		0.000156			0.000312	
	7		0.0001645			0.000354	
	8		0.000184			0.000396	
	9		0.0002035			0.000438	
2		0.00784	0.000223		0.01706	0.00018	
	1		0.0002759			0.000396	
	2		0.0003288			0.000712	
	3		0.0003817			0.000828	

	4		0.0004346			0.000944	
	5		0.0004875	0.000529		0.001060	0.00116
	6		0.0005404			0.001176	
	7		0.0005953			0.001292	
	8		0.0006462			0.001408	
	9		0.0006991			0.001524	
3		0.02646	0.000752		0.05760	0.00164	
	1		0.0008548			0.001864	
	2		0.0009576			0.002088	
	3		0.0010604			0.002312	
	4		0.0011632			0.002536	
	5		0 0012660	0.1028		0.002760	0.00224
	6		0 0013688			0.002984	
	7		0 0014716			0.003208	
	8		0.0015744			0.003432	
	9		0.0016772			0.003656	
4		0.06272	0.00178		0.13653	0.00388	
	1		0.00195			0 004249	
	2		0.00212			0 004618	
	3		0.00229			0.004987	
	4		0.00246			0 005356	
	5		0.00263	0.0017		0.005725	0.00369
	6		0.0028			0.006094	
	7		0 00297			0.006463	

DIVISION de la règle.		ESSAIS D'ARGENT.			ESSAIS D'OR.		
Degrés.	10mes.	LOTHS sur 1 quintal.	ARGENT pour 100.	DIFFÉRENCES entre les nombres.	LOTHS sur 1 quintal.	OR pour 100.	DIFFÉRENCES entre les nombres.
	8		0.00314			0.006832	
	9		0.00331			0.007201	
5		0.12250	0.00348		0.26667	0.00757	
	1		0 003733			0.008122	
	2		0.003986			0.008674	
	3		0.004239			0.009226	
	4		0.004492			0.009778	
	5		0.004745	0.00253		0.010330	0.00552
	6		0.004998			0.010882	
	7		0.005251			0.011434	
	8		0.005504			0.011986	
	9		0.005757			0.012538	
6		0.21168	0.00601		0.46081	0.01309	
	1		0.006364			0.01386	
	2		0.006718			0.01463	
	3		0.007072			0.01540	
	4		0.007426			0.01617	

	5		0.00778	0.00354		0.01694	0.00770
	6		0.008134			0.01771	
	7		0.008488			0.01848	
	8		0.008842			0.01925	
	9		0.009196			0.02002	
7		0.33614	0.00955		0.73174	0.02079	
	1		0.01002			0.021814	
	2		0.01049			0.022838	
	3		0.01096			0.023862	
	4		0.01143			0.024886	
	5		0.01190	0.0047		0.025910	0.01024
	6		0.01237			0 026934	
	7		0.01284			0.027958	
	8		0.01331			0.028982	
	9		0.01378			0.030006	
8		0.50176	0.01435		1.09229	0.03013	
	1		0.014854			0.032345	
	2		0.015458			0.033660	
	3		0.016062			0.034975	
	4		0.016666			0.036290	
	5		0.01727	0.00604		0.037605	0.01315
	6		0.017874			0.038920	
	7		0.018478			0.040235	
	8		0.019082			0.041550	
	9		0.019686			0.042865	

DIVISION de la règle.		ESSAIS D'ARGENT.			ESSAIS D'OR.		
Degrés.	10mes.	LOTHS sur 1 quintal.	ARGENT pour 100.	DIFFÉRENCES entre les nombres.	LOTHS sur 1 quintal.	OR pour 100.	DIFFÉRENCES entre les nombres.
9		0.71442	0.02029		1.55523	0.04418	
	1		0.022045			0.045823	
	2		0.0238			0.047466	
	3		0.025555			0.049109	
	4		0.02731			0.051752	
	5		0.029065	0.01755		0.052395	0.01643
	6		0.03082			0.054038	
	7		0.032575			0.055681	
	8		0.03433			0.057324	
	9		0.036085			0.058967	
10		0.98000	0.03784		2.13338	0.06061	
	1		0.037961			0.062615	
	2		0.038082			0.064620	
	3		0.038203			0.066625	
	4		0.038324			0 068630	
	5		0.038445	0.00121		0.070635	0.02005
	6		0.038566			0.072640	

	7		0.038687			0.074645	
	8		0.038808			0.07665	
	9		0.038929			0.078655	
11		1.30438	0.03905		2.83952	0.08066	
	1		0.039956			0.083067	
	2		0.040862			0 085474	
	3		0.041768			0.087881	
	4		0.042768			0.090288	
	5		0.04358	0.00906		0.092695	0.02407
	6		0.044486			0.095102	
	7		0.045392			0.097509	
	8		0.046298			0.099916	
	9		0.047204			0.102323	
12		1.69354	0.04811		3.68648	0.10473	
	1		0.049415			0.107553	
	2		0.05072			0.110376	
	3		0.052025			0.113199	
	4		0.05533			0.116022	
	5		0.054635	0.01305		0.118845	0.02823
	6		0.05594			0.121668	
	7		0.057245			0.124491	
	8		0.05855			0.127314	
	9		0.059855			0.130137	
13		2.15306	0 06116		4.68703	0.13296	
	1		0.062683			0.136294	

DIVISION de la règle.		ESSAIS D'ARGENT.			ESSAIS D'OR.		
Degrés.	10mes.	LOTHS sur 1 quintal.	ARGENT pour 100.	DIFFÉRENCES entre les nombres.	LOTHS sur 1 quintal.	OR pour 100.	DIFFÉRENCES entre les nombres.
	2		0.064206			0.139628	
	3		0.065729			0.142962	
	4		0.067252			0 146296	
	5		0.068775	0.01523		0.149630	0 03334
	6		0.070298			0.152964	
	7		0.071821			0.156298	
	8		0.073344			0.159632	
	9		0.074867			0.162966	
14		2.68912	0.07639		5.05399	0.16630	
	1		0 078147			0.170125	
	2		0.079904			0.173950	
	3		0.081661			0.177775	
	4		0.083418			0.181600	
	5		0.085175	0.01757		0.185425	0.3825
	6		0.086932			0.189250	
	7		0.088689			0.193075	
	8		0.090446			0.196900	

	9		0.092203			0.200725	
15		3.30750	0.09596		7.20015	0.20455	
	1		0.095968			0.208919	
	2		0.097976			0.213288	
	3		0.099984			0.217657	
	4		0.101992			0.222026	
	5		0.104000	0.02008		0.226395	0.04369
	6		0.106008			0.230764	
	7		0.108016			0.235133	
	8		0.110024			0.239502	
	9		0.112032			0.243871	
16		4.01408	0.11404		8.73832	0.24824	
	1		0.116314			0.253192	
	2		0.118588			0.258144	
	3		0.120862			0.263096	
	4		0.123136			0.268048	
	5		0.125410	0.02274		0.273000	0.04952
	6		0.127684			0.277952	
	7		0.129958			0.282904	
	8		0.132232			0.287856	
	9		0.134506			0 292808	
17		4.81474	0.13678		10.48129	0.29776	
	1		0.139339			0.30333	
	2		0.141898			0.30890	
	3		0.144457			0.31447	

DIVISION de la règle.		ESSAIS D'ARGENT.			ESSAIS D'OR.		
Degrés.	10mes.	LOTHS sur 1 quintal.	ARGENT pour 100.	DIFFÉRENCES entre les nombres.	LOTHS sur 1 quintal.	OR pour 100.	DIFFÉRENCES entre les nombres.
	4		0.147016			0.32004	
	5		0.149575	0.02559		0.32561	0.05570
	6		0.152134			0.33118	
	7		0.154693			0.33675	
	8		0.157252			0.34232	
	9		0.159811			0.34789	
18		5.71536	0.16237		12.44187	0.35346	
	1		0.165229			0.359684	
	2		0.168088			0.365908	
	3		0.170947			0.372132	
	4		0.173806			0.378356	
	5		0.176665	0.02859		0.384580	0.06224
	6		0.179524			0.390804	
	7		0.182383			0.397028	
	8		0.185242			0.403252	
	9		0.188101			0.409476	
19		6.72182	0.19096		14.63285	0.41570	

	1		0.194137			0.422615	
	2		0.197314			0.429530	
	3		0.200491			0.436445	
	4		0.203668			0.443360	
	5		0 206845	0.03177		0.450275	0.06915
	6		0.210022			0.457190	
	7		0.213199			0.464105	
	8		0.216376			0.471020	
	9		0.219553			0.477935	
20		7.84000	0.22273		17.06704	0.48485	
	1		0 22624			0.492499	
	2		0.22975			0.500148	
	3		0.23326			0.507797	
	4		0 23677			0.515446	
	5		0.24028	0.03510		0.523095	0.07649
	6		0.24379			0.530744	
	7		0.24730			0.538393	
	8		0.25081			0.546042	
	9		0.25432			0.553691	
21		9.07578	0.25783		19.75936	0.56134	
	1		0.261691			0.56974	
	2		0.265552			0.57814	
	3		0.269413			0.58654	
	4		0.273274			0.59494	

DIVISION de la règle. Degrés.	10mes.	ESSAIS D'ARGENT. LOTHS sur 1 quintal.	ARGENT pour 100.	DIFFÉRENCES entre les nombres.	ESSAIS D'OR. LOTHS sur 1 quintal.	OR pour 100.	DIFFÉRENCES entre les nombres.
	5		0.277135	0.03861		0.60334	0.084
	6		0.280996			0.61174	
	7		0.284857			0.62014	
	8		0.288718			0.62854	
	9		0.292579			0.63694	
22		10.43504	0.2[illegible]644		22.71623	0.64534	
	1		0.300673			0.66459	
	2		0.30490			0.68384	
	3		0.30913			0.70309	
	4		0.31336			0.72234	
	5		0.31759	0.0423		0.74159	0.09207
	6		0.32182			0.76084	
	7		0.32605			0.78009	
	8		0.33028			0.79934	
	9		0.33451			0.81859	
23		11.92366	0.33874		25.95683	0.73741	
	1		0.343353			0.747453	

	2		0.347966			0.757496	
	3		0.352579			0 767539	
	4		0.357192			0.777582	
	5		0 361805	0.04613		0.787625	0.10043
	6		0.366418			0.797668	
	7		0.371031			0.807711	
	8		0.375644			0.817754	
	9		0.380257			0.827797	
24		13.54752	0 38487		29 49184	0.83784	
	1		0.389884			0.848755	
	2		0.394898			0.859670	
	3		0.399912			0.870585	
	4		0.404926			0.881500	
	5		0.409940	0.05014		0.892415	0.10915
	6		0.414954			0.903330	
	7		0.419968			0.914245	
	8		0.424982			0.925160	
	9		0.429996			0.936075	
25		15.31250	0.43501		33.33406	0.94699	
	1		0.440442			0.958814	
	2		0.445874			0.970638	
	3		0.451306			0.982462	
	4		0.456738			0.994286	
	5		0.462170	0.05432		1.006110	0.11824

DIVISION de la règle.		ESSAIS D'ARGENT.			ESSAIS D'OR.		
Degrés.	10mes.	LOTHS sur 1 quintal.	ARGENT pour 100.	DIFFÉRENCES entre les nombres.	LOTHS sur 1 quintal.	OR pour 100.	DIFFÉRENCES entre les nombres.
	6		0.467602			1.017934	
	7		0.478034			1.029758	
	8		0.478466			1.041582	
	9		0.483898			1.053406	
26		17.22440	0.48933		37.49628	1.06523	
	1		0.495196			1.078001	
	2		0.501062			1.090772	
	3		0.506928			1.103543	
	4		0.512794			1.116314	
	5		0 518660	0.05866		1.129085	0.12771
	6		0.524526			1.141856	
	7		0.530392			1.154627	
	8		0.536258			1.167398	
	9		0.542124			1.180169	
27		19.28934	0.54799		41.99131	1.19294	
	1		0.554307			1.206691	
	2		0 560624			1.220442	

	3		0.566941			1.234193	
	4		0.573258			1.247944	
	5		0.579575	0.06317		1 261695	0.13751
	6		0.585892			1.275446	
	7		0.592209			1.289197	
	8		0.598526			1.302948	
	9		0.604843			1.316699	
28		21.51296	0.61116		46.85195	1.33045	
	1		0.617947			1.34522	
	2		0 624734			1.35999	
	3		0.631521			1.37476	
	4		0.638308			1.38953	
	5		0.645095	0.06787		1.40430	0.14770
	6		0.651882			1.41907	
	7		0.658669			1.45384	
	8		0.665456			1.44861	
	9		0.672243			1.46338	
29		23.90122	0.67905		52.03100	1.47815	
	1		0.686277			1.494827	
	2		0.693524			1.511504	
	3		0.700771			1.528181	
	4		0.708018			1.544858	
	5		0.715265	0.07247		1.561535	0.16677
	6		0.722512			1.578212	

DIVISION de la règle.		ESSAIS D'ARGENT.			ESSAIS D'OR.		
Degrés.	10mes.	LOTHS sur 1 quintal	ARGENT pour 100.	DIFFERENCES entre les nombres.	LOTHS sur 1 quintal.	OR pour 100.	DIFFERENCES entre les nombres.
	7		0.729759			1.594889	
	8		0.737006			1.611566	
	9		0.744253			1.628243	
30		26.46000	0.75150		57.90126	1.64492	
	1		0.759291			1.660983	
	2		0.767082			1.677046	
	3		0.774873			1.693109	
	4		0.782664			1.709172	
	5		0.790455	0.07791		1.725235	0.16063
	6		0.798246			1.741298	
	7		0.806037			1.757361	
	8		0.813828			1.773424	
	9		0.821619			1.789487	
31		29.19518	0.82941		63.55552	1.80555	
	1		0.837698			1.823593	
	2		0.845986			1.841636	
	3		0.854274			1.859679	

	4		0.862562			1.877722	
	5		0.870850	0.08288		1.895765	0.18043
	6		0.879138			1.913808	
	7		0.887424			1.931851	
	8		0.895714			1.949894	
	9		0.904002			1.967937	
32		32.11264	0.91229		69.90659	1.98598	
	1		0.921113			2.005187	
	2		0.929936			2.024394	
	3		0 938759			2.043601	
	4		0.947582			2.062808	
	5		0 956405	0.08823		2.082015	0.19207
	6		0.965228			2.101222	
	7		0.974051			2.120429	
	8		0.982874			2.139636	
	9		0.991697			2.158843	
33		35.21826	1.00052		76.66726	2.17805	
	1		1.009894			2.198456	
	2		1.019268			2.218862	
	3		1.028642			2.239268	
	4		1.038016			2.259674	
	5		1.047390	0.09374		2.280080	0.20406
	6		1.056764			2.300486	
	7		1.066138			2.320892	

DIVISION de la règle.		ESSAIS D'ARGENT.			ESSAIS D'OR.		
Degrés.	10mes.	LOTHS sur 1 quintal.	ARGENT pour 100.	DIFFERENCES entre les nombres.	LOTHS sur 1 quintal.	OR pour 100.	DIFFÉRENCES entre les nombres.
	8		1.075512			2.341298	
	9		1.084886			2 361704	
34		38.51792	1.09426		83 85036	2.38211	
	1		1.104202			2 403753	
	2		1.114144			2.425596	
	3		1.124086			2.447039	
	4		1.134028			2.468682	
	5		1.143970	0.09942		2.490325	0.21643
	6		1.153912			2.511968	
	7		1 163854			2 533611	
	8		1.173796			2.555254	
	9		1.183756			2.576897	
35		42.01750	1.19368		91.46866	2.59854	
	1		1.204206			2.624297	
	2		1.214732			2 650054	
	3		1.225258			2.675811	
	4		1.235784			2.701568	

	5		1.246310	0.10526		2.727323	0.25757
	6		1.256836			2.753082	
	7		1.267362			2.778839	
	8		1.277888			2.804596	
	9		1.288414			2.830353	
36		45.72288	1.29894		99.53497	2.85611	
	1		1.310068			2.871812	
	2		1.321196			2.887514	
	3		1.332324			2.903216	
	4		1.343452			2.918918	
	5		1.354580	0.11128		2.934620	0.15702
	6		1.365708			2.950322	
	7		1.376836			2.966024	
	8		1.387964			2.981726	
	9		1.399092			2.997428	
37		49.63994	1.41022		106.06209	3.01313	
	1		1.421967			3.044382	
	2		1.433714			3.075634	
	3		1.445461			3.106886	
	4		1.457208			3.138138	
	5		1.468955	0.11747		3.169390	0.31252
	6		1.480702			3.200642	
	7		1.492449			3.231894	
	8		1.504196			3.263146	

DIVISIONS de la règle.		ESSAIS D'ARGENT.			ESSAIS D'OR.		
Degrés.	10mes.	LOTHS sur 1 quintal.	ARGENT pour 100.	DIFFÉRENCES entre les nombres.	LOTHS sur 1 quintal.	OR pour 100.	DIFFÉRENCES entre les nombres.
	9		1.515943			3.294398	
38		53.77456	1.52769		117.06282	3.32565	
	1		1.54007			3.352601	
	2		1.55245			3.379552	
	3		1.56483			3.406503	
	4		1.57721			3.433454	
	5		1.58959	0.12380		3.460405	0.26951
	6		1.60197			3.487356	
	7		1.61435			3 514307	
	8		1.62673			3.541258	
	9		1.63911			3.568209	
39		58.13262	1.65149		126.54996	3.59516	
	1		1.664523			3.623531	
	2		1.677556			3.651902	
	3		1.690589			3.680273	
	4		1.703622			3.708644	
	5		1.716655	0.13033		3.737015	0.28371

	6		1.729688			3.765386	
	7		1.742721			3.793757	
	8		1.755754			3.822128	
	9		1.768787			3.850499	
40		62.72000	1.78182		136.53632	3.87887	
	1		1.79552			3.908695	
	2		1.80922			3.938520	
	3		1.82292			3.968345	
	4		1.83662			3.998170	
	5		1.85032	0.13700		4.027995	0.29825
	6		1.86402			4.057820	
	7		1.87772			4.087645	
	8		1.89142			4.117470	
	9		1.90512			4.147295	
41		67.54258	1.91882		147.03468	4.17712	
	1		1.933206			4.208436	
	2		1.947592			4.239752	
	3		1.961978			4.271068	
	4		1.976364			4.302384	0.31316
	5		1.990750	0.14386		4.333700	
	6		2.005136			4.365016	
	7		2.019522			4.396332	
	8		2.033908			4.426648	
	9		2.048294			4.458964	

DIVISION de la régle.		ESSAIS D'ARGENT.			ESSAIS D'OR.		
Degrés.	10mes.	LOTHS sur 1 quintal.	ARGENT pour 100.	DIFFÉRENCES. entre les nombres.	LOTHS sur 1 quintal.	OR pour 100.	DIFFÉRENCES entre les nombres.
42		72.60624	2.06268		158.05785	4.49028	
	1		2.077957			4.523123	
	2		2.093234			4.555966	
	3		2.108511			4.588809	
	4		2.123788			4.621652	
	5		2.139065	0.15277		4.654495	0.32843
	6		2.154342			4.687338	
	7		2.169619			4.720181	
	8		2 184896			4.753024	
	9		2.200173			4.785867	
43		77.91686	2.21545		169.61864	4.81871	
	1		2.231065			4 853117	
	2		2.246680			4.887524	
	3		2.262295			4.921931	
	4		2.277910			4.956338	
	5		2.293525	0.15615		4.990745	0.34407
	6		2.309140			5.025152	

	7		2.324755			5.59559	
	8		2.340370			5.093966	
	9		2.355985			5.128373	
44		83.48032	2.37160		181.72984	5.16278	
	1		2.38814			5.198786	
	2		2.40468			5.234792	
	3		2.42122			5.270798	
	4		2.43776			5.306804	
	5		2.45430	0.16540		5.342810	0.36006
	6		2.47084			5.378816	
	7		2.48738			5.414822	
	8		2.50392			5.450828	
	9		2.52046		194.40425	5.486834	
45		89.30250	2.53700			5.52284	
	1		2.554292			5.560484	
	2		2.571584			5.598128	
	3		2.588876			5.635772	
	4		2.606168			5.673416	
	5		2.623460	0.17292		5.711060	0.37644
	6		2.640752			5.748704	
	7		2.658044			5.786348	
	8		2.675336			5.823992	
	9		2.692628			5.861636	
46		95.38928	2.70992		207.65467	5.89928	

DIVISION de la règle.		ESSAIS D'ARGENT.			ESSAIS D'OR.		
Degrés.	10mes.	LOTHS sur 1 quintal.	ARGENT pour 100.	DIFFÉRENCES entre les nombres.	LOTHS sur 1 quintal.	OR pour 100	DIFFERENCES entre les nombres.
	1		2.727981			5 938596	
	2		2.746042			5 977912	
	3		2.764103			6.017228	
	4		2.782164			6.056544	
	5		2.800225	0.18061		6 095860	0.39316
	6		2.818286			6.135176	
	7		2.836347			6.174492	
	8		2 854408			6.213808	
	9		2.872469			6.253124	
47		101.74654	2.89053		221.49391	6.29244	
	1		2.909375			6.333522	
	2		2.928220			6.375604	
	3		2.947065			6.415686	
	4		2.955910			6.456768	
	5		2 984755	0.18845		6.497850	0.41082
	6		3.003600			6.538932	
	7		3.022445			6.580014	

	8		3.041290			6.621096	
	9		3.060135			6.662178	
48		108.38016	3.07898		235.95476	6.70326	
	1		3.098627			6.748815	
	2		3.118274			6.794370	
	3		3.137921			6.839925	
	4		3.157568			6.885480	
	5		3.177215	0.19647		6.931035	0.45555
	6		3.196862			6.976590	
	7		3.216509			7.022145	
	8		3.236156			7.067700	
	9		3.255803			7.113255	
49		115.29602	3.27545		250.99002	7.15881	
	1		3.295916			7.200521	
	2		3.316382			7.242232	
	3		3.336848			7.283943	
	4		3.357314			7.325654	
	5		3.377780	0.20466		7.367365	0.41711
	6		3.398246			7.409076	
	7		3.418712			7.450787	
	8		3.439178			7.495492	
	9		3.459644			7.534209	

CHAPITRE III.

DOSAGE DU CUIVRE, DU PLOMB, DE L'ÉTAIN.

§ I. DOSAGE DU CUIVRE.

La détermination quantitative du cuivre par le chalumeau repose sur la propriété que possède ce métal de pouvoir être facilement réduit et séparé à l'état métallique, soit pur, soit combiné à d'autres métaux, dont on peut le séparer par des traitements ultérieurs. Les procédés varient suivant la nature des matières à analyser, que l'on peut diviser en deux classes.

Pour les matières de la première classe, l'élimination du soufre et de l'arsenic exige un grillage, qui n'est plus nécessaire pour celle de la seconde.

A. *Mines, minerais, produits de fourneaux.*

1° Contenant des corps volatils;

2° Formés de cuivre à l'état d'oxyde libre, ou combinés à des acides ou à l'eau, ou vitrifiés avec des terres, etc.

B. *Alliages* dans lesquels le cuivre est le métal prédominant, ou ne se trouve qu'en petite quantité.

1° Cuivre plombifère, ou plomb caprifère;

2° Alliages de cuivre et de zinc, de nickel, de cobalt, de fer, de bismuth, etc.;

3° Cuivre antimonifère;

4° Cuivre stannifère.

A. *Mines, minerais et produits de fourneaux.*

1° ESSAI DES MATIÈRES CONTENANT DES CORPS VOLATILS, TELS QUE LE SOUFRE ET L'ARSENIC.

Toutes ces substances exigent un grillage. On opère sur 1 décigramme de matière que l'on verse dans le mortier

d'agate; on y ajoute trois fois son volume de poudre fine de charbon, ou 20 à 25 milligrammes de graphite, dont l'emploi est souvent préférable, surtout pour les matières qui contiennent beaucoup d'arsenic. On place ce mélange dans une capsule enduite intérieurement d'ocre rouge, et on l'y étale au moyen de la spatule en fer.

Cela fait, on saisit la capsule avec une pince et on la place dans un trou de charbon, ainsi que nous l'avons déjà indiqué. On fait pénétrer dans l'intérieur de l'appareil une bonne flamme d'oxydation qu'on obtient avec un bout de chalumeau de moyenne ouverture (1). Le charbon étant recouvert de son réverbère, et les parois étant devenues incandescentes, la capsule se trouve rapidement portée au rouge. On l'entretient à cette température par une insufflation modérée pour éviter de fondre le mélange.

Il faut, dans cette opération, se convaincre souvent de la présence ou de l'absence des matières volatiles par l'odeur des gaz qui se dégagent de la petite cheminée.

Le charbon du mélange étant brûlé, on enlève la capsule du support à l'aide d'une bruxelles, et on verse la matière grillée dans le mortier en agate.

Souvent, après ce premier grillage, la matière a changé de couleur, ses molécules se sont agglomérées en une masse poreuse qui se détache aisément, si bien qu'on a rarement besoin de se servir de la spatule.

Par ce grillage, qui dure à peu près dix minutes, la plus grande partie des matières volatiles, comme le soufre, l'arsenic, l'antimoine, se trouvent éliminées, tandis que la présence du charbon empêche la formation des sulfates et des arséniates métalliques; mais l'élimination complète des matières

(1) La surface antérieure du charbon doit être éloignée de 4 centimètres (1 pouce 6 lignes) de la mèche de la lampe. Si elle était plus éloignée, on obtiendrait difficilement la température nécessaire; si, au contraire, elle était plus rapprochée, le charbon recevrait trop d'air chaud, et serait bientôt consumé.

volatiles, qui nuirait à la réduction du cuivre, exige encore un nouveau grillage qu'on pratique de la manière suivante: après avoir broyé le résidu du premier grillage, on le mêle dans le mortier d'agate avec trois fois son poids de poudre de charbon; on enduit encore une fois la capsule d'argile avec de l'ocre rouge, et après l'avoir remplie avec le mélange, on la porte, comme la première fois, sur le fil de platine du porte-charbon. Lorsque l'essai est en pleine incandescence, on augmente la chaleur, et sitôt que le charbon est consumé à moitié, on recherche s'il se dégage des produits volatils. Si l'on ne perçoit pas d'odeur, on fait brûler le reste du charbon en soutenant l'insufflation pendant quelque temps, après quoi on considère le grillage comme complètement fini (1); si, au contraire, on a encore reconnu quelque odeur de produits volatils, on est obligé de pratiquer une troisième opération. Il est bien rare qu'on doive recourir à une quatrième; cela arrive pourtant lorsqu'on traite des matières arsénifères; mais dans les cas les plus ordinaires, deux grillages suffisent.

On trouve dans la couleur un assez bon caractère pour juger de la proportion du cuivre; on peut dire qu'un essai, qui, après le grillage, est bien noir, doit être riche, tandis qu'il est pauvre si sa couleur est claire, par exemple rouge ou blanche.

Si, au lieu de charbon, on emploie du graphite, on porte l'essai au rouge dès le commencement de l'opération, jusqu'à ce qu'on ne trouve plus d'odeur aux gaz qui se dégagent de l'appareil. Le graphite se détruisant plus lentement que le charbon, et se trouvant ainsi plus longtemps en contact immédiat avec la matière à griller, agit d'une manière plus continue comme réductif sur les corps volatils, et empêche la formation des sulfates et des arséniates métalliques. Lorsque

(1) Pour reconnaître que le grillage est fini, le meilleur moyen serait de peser la capsule plusieurs fois successivement; mais cette opération serait difficile, et on peut se fier au caractère de l'odeur qui émane de la substance que l'on grille en présence du charbon.

aucune odeur ne se manifeste plus, on retire la capsule du charbon et on broie dans le mortier d'agate le résidu du minerai mêlé d'un peu de graphite; cette opération est indispensable : pendant le grillage, c'est la couche supérieure du graphite qui a été complètement brûlée, tandis que la partie inférieure, protégée par elle, peut encore contenir, çà et là, de petites particules de matières qui n'ont pas subi d'altération, et qui se trouvent ainsi mêlées à de nouvelles portions de graphite. On verse le mélange broyé dans la même capsule d'argile qu'on a enduit d'ocre rouge et qu'on replace dans le charbon, et on recommence le grillage, mais à une température plus élevée.

Dans le commencement de cette seconde opération, on sent ordinairement l'odeur de matières volatiles, mais seulement pendant quelques instants. On soutient l'insufflation jusqu'à ce que le graphite soit presque entièrement détruit, et on retire l'essai de dessus le charbon.

Lorsqu'on fait le grillage d'un minerai de cuivre contenant du sulfate de baryte ou de chaux, le soufre de ces deux substances n'est pas chassé; par l'action du charbon, les deux sels sont convertis en sulfures; mais, vers la fin du grillage, l'action de l'air les oxyde et les convertit de nouveau en sulfates.

Pour la réduction du cuivre obtenu à l'état d'oxyde par le grillage, on prend 100 milligrammes de la matière grillée, 100 milligrammes de soude et 50 milligrammes de verre de borax. La soude sert de moyen de réduction; le verre de borax sert de dissolvant des terres et des oxydes métalliques difficilement réductibles. Le mélange se fait dans le mortier d'agate; on l'introduit dans une cartouche de papier sodé qu'on dispose dans le charbon à la manière ordinaire; l'essai étant ainsi disposé, on y dirige une bonne flamme de réduction, et on soutient l'insufflation jusqu'à ce que tout le papier soit détruit, et si on a pratiqué le grillage au moyen

du graphite, on prolonge l'opération jusqu'à ce que les dernières traces en soient brûlées et que le cuivre soit complètement réduit.

La réduction se fait promptement si on a affaire à des substances riches en cuivre, qui ne contiennent pas d'autres métaux facilement fusibles; elle est plus lente, et quelquefois même impossible, si la mine est pauvre; tantôt le cuivre réduit se montre sous forme d'un globule unique, tantôt il se présente sous forme de paillettes métalliques nageant dans la scorie en fusion, et présentant la couleur bleue verdâtre que prend le cuivre à cette température; dans ce dernier cas, la séparation du cuivre des scories demande une opération particulière; lorsque la réduction est achevée, et que les scories ne sont pas colorées en rouge, on suspend l'insufflation, on détache l'essai du charbon, puis on le porte sur le tas d'acier, on le recouvre d'un carré de papier et on le divise avec quelques coups de martean. Cela fait, on verse la poudre dans la capsule de porcelaine, on la broie avec de l'eau à l'aide du pilon d'agate, et l'on en sépare par lévigation le cuivre, qui gagne le fond du vase, tandis que les scories et le charbon qui adhéraient à l'essai restent en suspension dans l'eau; après la lévigation, on dessèche le cuivre en plaçant la capsule sur la flamme de la lampe à esprit-de-vin. Si on n'a pas enlevé complètement les scories par les lavages, il arrive que pendant la dessiccation, le cuivre s'attache aux parois de la capsule de manière qu'il est ensuite impossible de l'en détacher sans employer la spatule; dans ce cas, le mieux est de verser encore de l'eau dans la capsule, de la chauffer pour dissoudre les scories restantes, et de laver plusieurs fois à l'eau distillée le cuivre, qui alors se détache sans difficulté.

Si le cuivre ainsi réduit, regardé à la loupe, se présente, avec sa couleur naturelle, en grains arrondis qu'on peut facilement aplatir sur l'enclume, on peut en déterminer immé-

diatement la quantité ; si, au contraire, il se présente gris, fragile, ou trop facile à écraser, c'est un indice qu'il est impur, et qu'il contient d'autres métaux étrangers qui se sont réduits en même temps que lui. Dans ce cas, il faut le fondre avec 50 milligrammes de plomb, un peu de soude et de verre de borax, et traiter le mélange sur le charbon à la flamme de réduction, jusqu'à ce que le cuivre soit réuni au plomb en un globule brillant, et que la soude et le borax soient fondus en une perle claire ; après le refroidissement, on sépare le plomb caprifère, et on le purifie selon la méthode qu'on décrira plus loin. Si dans la réduction du cuivre on voit se séparer des globules métalliques faciles à fondre, qui se réunissent aisément en un globule unique, on en conclura, ou que le grillage n'a pas été complet, ou que la matière essayée contenait du sulfate de calcium ou de barium qui se sont réduits, et qui ont cédé une portion de soufre au cuivre ; ou bien que la mine contenait d'autres métaux qui, en se combinant au cuivre, en ont augmenté la fusibilité.

Dans le premier cas, une portion de cuivre se trouvant à l'état de sulfure, on ne pourrait pas le séparer totalement des scories par le moyen de la lévigation, à moins de faire des pertes considérables : on doit, dans cette circonstance, procéder d'une autre manière. Lorsque, pendant la réduction, des globules métalliques faciles à fondre commencent à paraître, on suspend un moment l'insufflation, et on observe la couleur : s'ils sont noirs, c'est un indice qu'ils contiennent du soufre ; si leur couleur se rapproche du gris ou du blanc, c'est qu'ils contiennent des métaux étrangers. On continue alors l'insufflation jusqu'à ce que tout le cuivre soit réduit et réuni en un seul bouton. Le cuivre contenant du soufre étant très-fusible, on le promène sur le charbon de manière à le mettre en contact avec tous les points de la scorie, pour être sûr de réunir tout le métal : la réduction étant finie, on laisse refroidir le bouton métallique, et aussitôt qu'il s'est solidifié,

on le saisit avec les bruxelles, on l'enlève des scories encore fondues, et on le place à refroidir sur l'enclume.

Lorsque la mine de cuivre contient à peu près la moitié de son poids de sulfate terreux, le cuivre métallique ne forme qu'un noyau entouré d'une enveloppe épaisse de sulfure de cuivre; lorsque, au contraire, les sulfates terreux ne sont qu'en très-petite proportion, la couche de sulfure de cuivre est très-mince; il en est de même lorsque le minerai caprifère n'ayant pas été grillé convenablement, il s'est formé un peu de sulfate de cuivre qui n'est pas décomposé : on fond le bouton séparé des scories avec le double de son poids de plomb pur et un peu de verre de borax; l'opératiou se fait sur le charbon à la flamme du chalumeau ; on continue l'action de la flamme de réduction sur la perle de borax, jusqu'à ce que le soufre soit complètement éliminé du bouton de plomb caprifère, et que celui-ci présente une surface métallique pure.

Après le refroidissement, on sépare le bouton métallique du verre incolore, et on le purifie par les moyens qui seront indiqués plus tard, et qui pourraient égalemeut servir à éliminer les métaux étrangers.

Lorsque le cuivre tient en combinaison beaucoup d'autres métaux qui se sont oxydés par le grillage, on est obligé de continuer la réduction, jusqu'à ce que les métaux réductibles soient parfaitement fluides. Après la réduction, on laisse refroidir le bouton avec les scories, puis on détache l'essai du charbon et on le porte sur l'enclume, on le couvre d'un carré de papier, et par quelques coups de marteau on détache la scorie.

Le métal obtenu ainsi est fragile lorsqu'il contient de l'antimoine, de l'étain ou du bismuth; il est malléable lorsqu'il contient du plomb.

Digitized by Google

2° ESSAI DES MATIÈRES CONTENANT LE CUIVRE A L'ÉTAT D'OXYDE LIBRE OU COMBINÉ A DES ACIDES OU A L'EAU, OU VITRIFIÉ AVEC DES TERRES, ETC.

Lorsqu'on doit essayer de telles substances (sauf le sulfate de cuivre), on prépare l'essai comme il a été indiqué, on en pèse 1 décigramme, on le mêle à 100 milligrammes de soude et 50 milligrammes de verre de borax.

Si le contenu en cuivre dépasse 30 pour 100, on y ajoute de 10 à 20 milligrammes d'oxyde d'antimoine, et 50 milligrammes de plomb pur; on mêle le tout avec la matière à essayer, en la broyant dans un mortier d'agate; on place le mélange dans une cartouche de papier sodé qu'on introduit dans un trou cylindrique pratiqué dans un charbon. Pour la réduction du cuivre, on opère de même qu'il a été dit pour les essais de cuivre qu'on a soumis au grillage; la soude agit comme moyen de réduction, et comme base qui se combine soit au chlore, soit à l'acide phosphorique; le borax agit comme dissolvant des matières terreuses et des oxydes métalliques difficiles à réduire; il s'oppose à ce que la soude soit absorbée par le charbon.

L'addition de l'antimoine ou du plomb évite des pertes considérables produites par le *rochage* (projection de matières) du cuivre fin. Il est vrai de dire que, pour éviter cet inconvénient, on tombe dans un autre : en effet, le bouton retient une faible proportion des métaux étrangers; mais du reste, dans ce cas, la purification est une opération des plus plus simples et des plus faciles.

On doit éviter d'employer l'oxyde d'antimoine dans les essais des matières qui ne contiennent que peu de cuivre, ou dans lesquelles on soupçonne la présence du plomb. Dans le premier cas, il est à craindre que, lorsqu'on chassera l'antimoine, le bouton de cuivre qui est très-petit, ne soit mécaniquement enlevé; dans le second, on se trouverait obligé de

recourir à un affinage par l'acide borique. Quant au sulfate de cuivre, on ne peut pas le traiter de la même manière que les autres matières, car il se convertirait en sulfure : il est vrai qu'une portion du soufre se combine au sodium au commencement de l'opération; mais, par une réduction prolongée, il se combine de nouveau en grande partie au cuivre dont on ne le sépare que difficilement et rarement sans perte.

Pour l'essai des vitriols, le mieux est d'en dissoudre 100 milligrammes dans l'eau, dans un vase de porcelaine, sur la flamme de la lampe, et précipiter les oxydes de la solution bouillante au moyen de la potasse caustique. On filtre alors, et on lave les oxydes sur un filtre qu'on sèche ensuite dans une capsule de porcelaine; on porte le filtre sec sur le mortier et on l'y brûle; puis on mêle l'oxyde et les cendres du filtre avec 50 milligrammes de soude et 30 milligrammes de borax, on enveloppe le mélange dans une cartouche de papier sodé, et on le fond sur le charbon à la flamme de réduction. On obtient ainsi du premier coup le cuivre pur, pourvu que le vitriol ne contienne aucun des métaux dont les oxydes se réduisent facilement. Si, dans ce cas aussi, on voulait éviter la lévigation des scories, on pourrait ajouter de 20 à 30 milligrammes de plomb pur à l'essai avant la réduction; le bouton de cuivre plombifère serait ensuite facile à affiner au moyen de l'acide borique.

B. *Alliages.*

Le cuivre ne peut être séparé, au moyen du chalumeau, des autres métaux auxquels il est combiné, que par une action d'oxydation, qui, en agissant sur les autres métaux, les volatilise en partie, en partie les convertit en scories, tandis qu'il reste à l'état métallique. On pourrait faire cette opération par un procédé analogue à l'affinage du cuivre, tel qu'on le pratique dans les usines; mais l'exécution serait difficile, et

d'ailleurs le procédé suivant remplit très-bien le but. Il est fondé sur la propriété qu'a l'acide borique de dissoudre plusieurs oxydes métalliques, notamment l'oxyde de plomb, soit à la flamme de réduction, soit à la flamme d'oxydation, en formant une scorie très-fusible dont le plomb ne se sépare pas, même à la flamme de réduction la plus intense, pourvu que la saturation ne soit pas trop forte. Ainsi, quelle que soit la proportion de cuivre et de plomb, on peut toujours séparer celui-ci sans éprouver une perte en cuivre, car il est à l'abri de l'oxydation, et, en supposant qu'une partie en soit oxydée, elle est immédiatement réduite. Si le cuivre contient, outre le plomb, d'autres métaux facilement oxydables, ceux-ci se trouvent, avec le plomb, à l'état d'oxydes; ainsi, il est évident que les alliages qui contiennent du cuivre et du plomb, et en outre d'autres métaux, peuvent être affinés par l'acide borique. Il faut excepter les alliages de cuivre avec l'antimoine et l'étain qui exigent un traitement particulier.

3° *Essai des alliages de cuivre et de plomb.* Lorsque, par la réduction d'une substance caprifère dont on a traité 1 décigramme, on a retiré un alliage de plomb et de cuivre qui, à cause de sa fusibilité, s'est réuni en un globule unique, la séparation du cuivre se fait de la manière suivante.

On commence d'abord par fondre sur le charbon dans un trou creusé près d'un des angles, une quantité de verre d'acide borique à peu près égale en poids au bouton de cuivre plombifère; dès qu'on en a une perle bien fondue, on y ajoute le bouton métallique, et on couvre le tout par une bonne flamme de réduction. Lorsqu'on voit que l'acide borique étant fondu, le bouton métallique présente une surface blanche, on enfonce le bec du chalumeau plus avant dans la flamme, et on cherche à produire une bonne flamme bleue qu'on dirige sur la matière, de façon à couvrir l'acide sans toucher au bouton métallique. Il faut avoir la précaution que ce dernier soit toujours en contact d'un côté avec l'acide

borique, de l'autre avec le charbon. Si, par une position peu favorable du charbon, le bouton métallique se cachait sous la matière vitreuse, il faudrait interrompre la flamme d'oxydation, et faire découvrir l'essai en inclinant le charbon dans un autre sens.

Pendant qu'on traite le verre d'acide borique à la flamme bleue, le plomb allié au cuivre absorbe lentement l'oxygène de l'air, et l'oxyde est dissous par l'acide borique. On continue à opérer ainsi jusqu'à ce que tout le plomb se trouve oxydé et que le cuivre se présente avec sa couleur bleue verdâtre ; sitôt que cette couleur se manifeste, on étale la flamme sur le verre d'acide borique, ce qui fait que le plomb encore existant s'oxyde lentement sans que le bouton de cuivre fasse des projections; cet inconvénient arrive pourtant presque toujours lorsque l'opération se fait sur un charbon dont le trou n'a pas assez de profondeur.

Le cuivre ayant acquis sa couleur verte bleue, indice de sa pureté, on suspend l'opération, on saisit le bouton de cuivre au moyen de la bruxelles, on le laisse refroidir, et on en examine les propriétés. On jugera qu'il est pur à sa couleur rouge, à sa propriété de se laisser aplatir sans se fendiller et à sa cassure granuleuse; ce dernier caractère pourtant ne se manifeste que dans les boutons d'un fort volume. La scorie restée sur le charbon doit être transparente, et seulement colorée en jaune par de l'oxyde de plomb; s'il en est ainsi, on n'aura pas eu de perte en cuivre, et on peut peser directement le bouton. Si, au contraire la scorie présente une teinte rouge, on conclura qu'on a eu une perte, et on parera à cet inconvénient de la manière suivante : le verre d'acide borique n'étant pas entièrement saturé d'oxyde de plomb, on pourra, par une bonne flamme de réduction, porter à l'état métallique le cuivre qui y est dissous sans réduire la plus petite portion de plomb ; à cet effet lorsqu'on aura détaché le bouton de cuivre, on traitera le verre à la flamme de réduc-

tion ; après le refroidissement, celui-ci se montrera avec une couleur jaune, sera devenu transparent, et le cuivre réduit se montrera sous forme de petits grains fondus dans la masse qu'on peut réunir au bouton principal de cuivre en plaçant celui-ci sur le charbon, le fondant encore une fois et le portant en contact avec tous les points du verre, tandis qu'on le tiendra sous une bonne flamme de réduction. On pourra également détacher le verre de la surface du charbon, le frapper sur l'enclume entre deux feuilles de papier, et procéder ensuite à la lévigation dans la capsule de porcelaine. On lavera alors on sèchera les particules de cuivre retirées, et on les pesera avec le bouton principal retiré en premier lieu.

Si le verre d'acide borique était trop chargé de plomb, il arriverait qu'une portion de ce métal serait réduite et fondue avec le cuivre, qui se réunirait immédiatement en un bouton unique. Ce cuivre plombifère sera facile à purifier ; il suffira en effet de le traiter encore avec un peu d'acide borique à la flamme de réduction.

Si la substance dont on détermine le cuivre avait donné, à un essai préliminaire, une certaine quantité d'argent, il faudra déduire le poids de ce dernier de celui du cuivre obtenu. Si on n'était pas sûr de la quantité d'argent contenue dans le cuivre, on le traiterait comme pour un essai d'argent avec quinze fois son poids de plomb pur, et on le soumettrait à l'oxydation et à la coupellation, ce qui donnerait immédiatement la richesse en argent.

Lorsque, au lieu d'avoir affaire à un cuivre plombifère, comme dans le cas précédent, on a un plomb cuprifère, tel qu'on l'obtient quelquefois dans le traitement des mines de plomb contenant du cuivre, on ne peut pas procéder directement à l'affinage, à cause de la longue durée de l'oxydation qui serait nécessaire dans ce cas ; il est mieux alors de faire l'opération en deux périodes, savoir : la *concentration du cuivre*, et l'*affinage*. Chacune de ces opérations se fait au moyen

de l'acide borique; si on voulait ajouter à l'essai, dès le commencement, autant d'acide borique qu'il le faut pour enlever tout le plomb, on aurait de la difficulté à retirer le cuivre, qui se trouverait entouré d'une trop grande quantité de scories.

On pèse le plomb cuprifère, et on le fond avec un peu de soude et de verre de borax sur le charbon à la flamme de réduction, ensuite on traite le bouton obtenu avec son poids d'acide borique vitrifié, comme si on voulait pratiquer l'affinage, jusqu'à ce qu'on observe que le verre contient de petits globules de plomb réduit. La plus grande partie du plomb étant ainsi oxydée et séparée du cuivre, on suspend l'insufflation, et après le refroidissement, on sépare la portion métallique, dans laquelle tout le cuivre se trouve concentré : la concentration n'aura été suivie d'aucune perte en cuivre, si les scories se montrent avec une couleur blanc d'émail. Par l'opération précédente, on obtient un cuivre plombifère qu'on traite comme nous l'avons déjà indiqué.

4° ESSAI DES ALLIAGES DU CUIVRE AVEC LE FER, LE NICKEL, LE COBALT, LE ZINC ET LE BISMUTH.

A cette classe appartiennent :

Le *cuivre noir* souvent très-impur, et préparé en grand par le traitement des plombs cuprifères.

Le *cuivre noir* obtenu en grand par le traitement du cuivre pyriteux et du cuivre schisteux, et surtout des mines de cuivre non plombifères.

L'*argentan* et les autres combinaisons du cuivre avec le nickel.

A. *Affinage du cuivre noir impur préparé par le traitement des minerais de plomb cuprifère.*

On en pèse un décigramme, et s'il est en plusieurs particules, on le fond sur le charbon en un seul bouton, qu'on traite ensuite par un décigramme de verre d'acide borique, jusqu'à ce que le bouton de cuivre restant soit recouvert d'une *cou-*

che d'oxyde et ait perdu de sa fusibilité. Le plomb, le fer, l'antimoine, le zinc et l'arsenic, de même que les autres métaux faciles à oxyder, et une portion du nickel, s'oxydent dans cette opération; ceux des métaux qui ne se volatilisent que difficilement, se combinent à l'état d'oxyde avec l'acide borique; ceux qui sont volatils, sont chassés en partie, et en partie aussi se combinent à l'acide. Une portion de nickel reste à l'état d'oxyde avec le cuivre, et forme une couche mince d'oyxde, qui rend l'affinage très-difficile. Si on prolongeait l'oxydation, on pourrait, il est vrai, enlever cette couche et la faire entrer dans les scories, mais ceci n'aurait lieu qu'avec une perte considérable en cuivre : il est donc mieux d'ajouter au cuivre nickélifère ainsi obtenu une quantité de plomb pur proportionnée à son poids, et de recommencer l'oxydation qui doit être conduite de la même manière que la première : on oxyde ainsi avec le plomb tout le nickel, sans perte de cuivre : si dans cette opération les scories retiennent une portion de cuivre, on les soumet à la lévigation, et après avoir réuni les particules métalliques, on les pèse avec le bouton principal.

B. *Affinage du cuivre noir, obtenu par le traitement du cuivre pyriteux, et du cuivre schisteux, et surtout des mines de cuivre non plombifères.*

Le cuivre est dans ce cas combiné avec du fer ou du zinc, ou avec les deux métaux à la fois. Le laiton entre aussi dans cette classe, avec la seule différence qu'il est beaucoup plus riche en zinc.

L'affinage de ces matières est le même que celui du cuivre plombifère. On en pèse un décigramme que l'on fond avec un décigramme à 50 milligrammes de plomb pur, selon qu'il est plus ou moins riche en zinc et en fer. L'opération se fait sur le charbon avec un peu de soude et un peu de verre de borax. Le bouton est traité ensuite sur le charbon avec un poids égal au sien d'acide borique, comme un bouton de cuivre plombifère. Le plomb et une portion du zinc s'oxydent et sont pris

par l'acide; une portion du zinc est volatilisée; le cuivre reste seul; si une petite portion de cuivre est entraînée dans les scories, on l'en retire en traitant celles-ci à la flamme de réduction, et les soumettant ensuite à la lévigation.

C. *Détermination du cuivre dans l'argentan et dans les autres composés de cuivre et de nickel qui ne contiennent que peu ou point de cuivre.*

Lorsque le nickel se trouve à l'état de fusion en combinaison avec des métaux très-fusibles, il s'oxyde facilement, et son oxyde se dissout aisément dans l'acide borique: mais si on traite le verre ainsi saturé, à la flamme de réduction, le nickel se sépare en grande partie à l'état métallique. C'est à cause de cela que dans la séparation du nickel et du cuivre, par l'acide borique et le plomb, il faut avoir la précaution qu'une partie du cuivre ne s'oxyde pas avec le nickel et n'entre pas dans les scories, car si on essayait de le réduire encore, on ne l'obtiendrait jamais complètement débarrassé de nickel. La facilité avec laquelle le cuivre s'oxyde en présence d'une grande quantité de nickel, fait que lorsque l'alliage contient 80 pour 100 de ce dernier, il est difficile d'en déterminer quantitativement le contenu en cuivre au chalumeau, car il s'en perd très-facilement une portion par l'oxydation. Toutefois on arrive plus sûrement au but, lorsqu'au lieu d'en faire l'essai sur un décigramme, on ne prend que 50 milligr.

Si l'alliage contient au-dessus de 20 pour 100 de nickel, on en réduit en petits morceaux autant qu'il en faut pour un essai, on en pèse exactement de 45 à 50 milligrammes, et on les fond sur le charbon à la flamme de réduction avec 200 milligrammes de plomb et un peu de verre de borax: si l'alliage contenait du zinc, il serait volatilisé dans cette opération; après le refroidissement, on sépare le bouton des scories, et on le traite avec une cuillerée de verre d'acide borique sur le charbon, jusqu'à ce que la presque totalité du plomb et du nickel soit entrée dans les scories, et que le bouton métallique

ne se tienne en fusion qu'avec difficulté. Cette opération doit être faite au moyen de la flamme bleue, dirigée sur les scories, de l'autre avec le charbon : il faut aussi que la flamme bleue s'étale sur l'essai, car le cuivre s'oxyderait en partie si la flamme n'agissait que par sa pointe.

Sitôt que les scories sont saturées de plomb et de nickel, ce qu'on reconnaît à ce qu'une portion du plomb qu'elles contiennent se réduit de nouveau, et que le bouton est devenu moins fusible, on laisse ce dernier refroidir, et on l'enlève à l'aide de bruxelles. On traite, sur le charbon, ce bouton qui ne contient plus que peu de nickel, avec un volume égal au sien de plomb pur, et ensuite par l'acide borique, comme on l'a déjà dit. La quantité de nickel n'étant pas très-grande, on a par ce procédé le cuivre pur. Si au contraire la proportion de nickel est très-considérable, le cuivre ainsi obtenu est nickélifère : dans ce cas on le fond de nouveau avec un volume de plomb égal au sien, et avec l'acide borique : cette opération doit être répétée, si après ce second essai le cuivre se montre encore avec une couleur blanche.

Dans chacun de ces traitements, les scories doivent avoir la couleur rouge brune, indice de l'oxyde de nickel, et de plus être transparentes : si elles sont colorées en vert foncé, elles ont dissous du deutoxyde de cuivre, et, si elles sont colorées en rouge, elles contiennent du protoxyde de cuivre ; ces colorations se montrent surtout lorsqu'on a tenu le cuivre affiné longtemps en fusion : dans le cas où la scorie serait colorée en rouge brun, on la détacherait du bouton de cuivre, et on la traiterait longtemps à la flamme de réduction ; on séparerait par la lévigation les petites portions de cuivre ainsi réduites. La réduction doit être suspendue sitôt que la couleur rouge a disparu. Si les scories sont colorées par le deutoxyde de cuivre (elles paraissent colorées en vert foncé à cause du deutoxyde de nickel), on a de la difficulté à réduire le cuivre, et même sous la meilleure flamme de réduction on arrive seulement à rendre la couleur un peu claire.

Après tous ces traitements, le cuivre ayant acquis sa couleur naturelle, on le pèse pour avoir la richesse de la matière essayée.

Malgré tous ces traitements, dans toutes les opérations décrites, on ne peut pas éviter une perte en cuivre, une portion s'oxydant avec le nickel et entrant dans les scories.

5° ESSAI DES ALLIAGES DE CUIVRE ET D'ANTIMOINE.

La séparation de ces deux métaux se fait facilement au chalumeau, l'antimoine pouvant être chassé par un traitement sur le charbon à la flamme oxydante.

On place l'alliage dans un trou pratiqué dans le charbon et l'on y dirige une bonne flamme d'oxydation. De temps en temps, on écarte la flamme du bouton métallique fondu, pour permettre un libre accès de l'air à sa surface. L'antimoine se volatilise, et le cuivre reste.

Si la quantité d'antimoine est assez considérable, l'insufflation doit être continuée longtemps; dans ce cas, le trou du charbon devient trop profond, et on est obligé d'achever l'opération sur un nouveau trou pratiqué à côté du premier.

On reconnaît la pureté du cuivre à la couleur verte bleue qu'il présente à l'état de fusion, à sa couleur rouge pourpre après le refroidissement, et à sa malléabilité. Si le bouton métallique ne présentait pas ces caractères, on le traiterait encore une fois à la flamme d'oxydation.

6° ESSAI DES ALLIAGES DE CUIVRE ET D'ÉTAIN.

L'acide borique ne peut pas être employé avec avantage dans la séparation de l'étain du cuivre, soit parce qu'il fond avec difficulté lorsqu'il n'est pas combiné à du plomb, soit aussi parce qu'il n'agit pas comme dissolvant sur l'oxyde d'étain. On arrive à de meilleurs résultats au moyen d'un verre également fusible, mais qui peut dissoudre l'étain oxydé et

qui se compose de 100 parties de soude, 50 de verre de borax, 30 de silice.

On prépare une qnantité indéterminée de ce verre que l'on conserve dans un vase fermé pour s'en servir à l'occasion.

Lorsqu'on devra doser le cuivre d'un alliage de cuivre et d'étain, on pesera à peu près 60 milligrammes du fondant, on le fondera en une perle sur le charbon, et on y ajoutera directement la matière à analyser; pour les produits de l'art, tels que le bronze des canons, le métal des cloches, la prise d'essai ne sera pas plus forte que de 45 à 50 milligrammes. On chauffera le tout à la flamme de réduction, de manière que le métal fondu entre en un mouvement de rotation. Aussitôt que ce mouvement se manifestera, on changera la flamme de réduction en une flamme oxydante, en la dirigeant seulement snr le verre, de manière qu'il soit à l'abri du contact de l'air. Le bouton métallique commencera à s'oxyder à la surface, et le deutoxyde d'étain qui se produira et l'oxyde de fer (si l'essai contenait de ce métal), se dissoudront dans le verre.

Pendant l'oxydation, le bouton métallique doit être tenu continuellement en contact, d'un côté avec le charbon, de l'autre avec le verre, pour que le cuivre ne s'oxyde pas; on continuera l'opération jusqu'à ce que le verre soit saturé, ce qu'on reconnaîtra à l'apparition, dans la masse, de bulles semblables à de l'émail, et de particules de métal réduit. A ce point on suspendra l'opération, on enlevera au moyen de bruxelles le bouton solidifié des scories qui l'entourent, sans le débarrasser des portions de celles-ci qui pourraient lui rester adhérentes; on le portera sur un autre charbon avec encore 60 milligrammes du même fondant, et on le traitera de la même manière jusqu'à ce que le cuivre en fusion se présente avec sa couleur naturelle. On traitera le verre à une flamme de réduction qui ne sera pas trop forte, jusqu'à ce que le bouton métallique présente le caractère du cuivre pur; après quoi

on le laissera refroidir et on l'enlèvera du charbon pour en observer les propriétés physiques, la couleur et la malléabilité. S'il présente les caractères de pureté, on le pesera : dans le cas contraire, on le traitera encore avec 20 ou 30 milligrammes du même fondant.

Dans un essai de cette nature, il faut se garder qu'une portion de cuivre ne s'oxyde avec l'étain; on reconnaîtrait la présence du cuivre dans le verre à sa couleur brun rouge : s'il en contenait, on le traiterait pendant quelques minutes à la flamme de réduction; les particules métalliques séparées se réuniraient ainsi au bouton principal; si le verre n'était pas saturé de deutoxyde d'étain, la réduction de l'étain ne se ferait pas facilement.

§ II. DOSAGE DU PLOMB.

Le plomb peut se trouver dans les matières à essayer sous quatre états différents : 1° à l'état de sulfure; 2° dans les sels à acides minéraux; 3° à l'état d'oxyde pur (ou combiné à des acides végétaux); 4° à l'état métallique isolé ou dans les alliages. Il faut avoir égard à ces différents états, attendu qu'il est souvent nécessaire, avant de doser le plomb, de séparer ou de modifier de quelque manière les corps avec lesquels il se trouve engagé.

1° ESSAI DES MINERAIS, MINES, PRODUITS DE FOURNEAUX DANS LESQUELS LE PLOMB SE TROUVE A L'ÉTAT DE SULFURE.

On peut analyser ces matières par deux procédés différents qui donnent également de bons résultats.

Premier procédé. — On pèse 100 milligrammes de la substance réduite en poudre, et en les grillant sur une capsule d'argile, on les débarrasse des matières volatiles; le grillage doit se faire de la même manière que pour les essais de cuivre.

Après le premier grillage, lorsque tout le charbon a été consumé à la chaleur rouge sombre, et que tout dégagement de matières volatiles a cessé, on enlève la capsule du charbon, on broie la matière dans un mortier d'agate, et on la mêle encore avec le double de poudre de charbon, après quoi on la place dans une nouvelle capsule pour la griller une seconde fois : sitôt que le charbon est entré en combustion, on recherche s'il se dégage des matières volatiles; si cela était, ce second grillage achevé, on en recommencerait un de la même manière : il est rare qu'on ait à pratiquer ce troisième grillage, mais on ne peut pas s'en dispenser lorsque la matière à essayer contient des arséniures et des sulfures métalliques qui ne se décomposent qu'avec difficulté. La disparition des vapeurs odorantes est l'indice que le grillage est complet.

Lorsque la matière à essayer ne contient ni pyrite arsénical, ni blende, le grillage marche très-promptement.

Le sulfure de plomb pur ne peut être grillé avec le charbon sans s'agglutiner; il faut donc le mêler avec une substance qui isole ses molécules, et l'expérience a démontré que le mieux, est de mêler 75 milligrammes de sulfure de plomb, contenant 80 pour 100 de plomb, avec 25 milligrammes de bisulfure de fer pur et griller ce mélange une seconde fois avec du charbon.

On reconnaît que la matière est complètement grillée, à ce qu'elle ne donne plus l'odeur ni du soufre ni de l'arsenic; à ce que la masse se présente avec l'aspect d'une matière terreuse à surface terne et très-poreuse.

L'inspection de la matière à essayer, soit avant, soit après le grillage, est importante pour reconnaître quelles en sont les parties prédominantes, et aussi pour juger d'abord approximativement de son contenu en plomb, ces deux circonstances ayant une importance essentielle dans la préparation de l'essai pour la réduction du plomb.

La galène se présente, après le grillage, avec une couleur

grisâtre ou blanche jaunâtre : le sulfure de plomb contenant de la blende se présente avec une couleur gris brun, et celui qui contient du sulfure de fer ou du fer, prend une couleur un peu rouge.

La préparation du minerai est très-simple; elle consiste à mêler 100 milligrammes de soude et 25 à 50 milligrammes de verre de borax. La soude sert ici comme moyen de réduction de l'oxyde de plomb; s'il y a d'autres métaux faciles à réduire, ils le seront à leur tour, tandis que les métaux qui ne se réduisent pas par cette méthode, passeront à l'état d'oxydules.

La quantité de verre de borax doit varier selon la composition de la matière à essayer. Si on a affaire à du plomb sulfuré pur, il suffit d'y ajouter, après le grillage, une certaine quantité de soude; il convient toutefois d'y mêler aussi 25 milligrammes de verre de borax pour empêcher que la scorie ne pénètre dans le charbon pendant le traitement de l'essai. La quantité de borax doit d'ailleurs augmenter à mesure que le minerai est pauvre en plomb, et que la quantité des matières terreuses et des oxydes non réductibles augmente. Ainsi, si on avait un mélange de galène, de pyrites de fer, de pyrites arsénicales et de blende, qui contiendrait à peu près de 3 à 5 pour 100 de plomb, on ne pourrait pas en séparer le plomb en employant seulement une petite proportion de borax, les scories, en effet, seraient trop peu fluides, et le plomb, réduit à l'état de particules très-divisées, ne pourrait pas se réunir en un bouton unique; pour un tel mélange, il faut employer 50 milligrammes de verre de borax.

Le mélange de la soude et du borax se fait dans le mortier d'agate: on l'introduit dans une cartouche de papier sodé, qu'on ferme de manière que la partie vide en soit pressée sur l'essai, afin que la matière enveloppée prenne la forme d'une demi-sphère. On place la cartouche sur une capsule en argile revêtue intérieurement d'une couche de charbon, et l'on

achève de remplir avec du charbon pulvérisé en quantité suffisante pour qu'en renversant une autre capsule sur la première, l'espace intermédiaire se trouve rempli.

Le grillage se fait sur le charbon, au moyen de l'appareil qui sert pour les minerais de cuivre.

Tout étant ainsi préparé, on dirige dans l'ouverture du porte-charbon une forte flamme d'oxydation, en tenant l'instrument éloigné de la mèche à peu près de 54 millimètres (2 pouces). Par ce moyen on introduit dans l'espace compris entre les deux charbons un fort courant d'air très-chaud, par lequel la partie interne du charbon et les deux capsules se trouvent bientôt portées à l'incandescence. La chaleur augmente quelquefois si rapidement qu'on voit sortir une flamme par l'ouverture de la pièce de charbon qui sert de couvercle. Si le charbon n'est pas trop dur, il produira par ce moyen un degré de chaleur convenable, et on pourra être sûr qu'après cinq minutes d'insufflation avec une flamme ordinaire, on aura fondu la matière plombifère la moins fusible; on interrompt ensuite l'insufflation, on enlève la pièce de charbon qui sert de couvercle, puis, saisissant avec une bruxelles le fil de platine qui soutient les deux capsules, on enlève celles-ci du charbon, et on les place à refroidir sur l'enclume; après le refroidissement, on ôte la capsule qui sert de couvercle, on sépare la poussière du charbon qui n'a pas brûlé, et on examine l'essai. On reconnaît que l'opération a été bien conduite aux signes suivants : on ne doit pas voir une couche d'oxyde de plomb à la partie supérieure du couvercle de charbon, elle indiquerait que la chaleur a été trop forte. La matière fondue doit se présenter comme un globule rond à surface polie, et ce globule doit se détacher facilement de la couche de charbon sur laquelle il repose; celle-ci ne doit pas être endommagée; enfin la scorie doit présenter une cassure vitreuse, ce qui ne s'observe ordinairement que lorsqu'on a opéré sur une matière pauvre.

La réduction ayant été bien exécutée, on enlève le plomb qui ne se trouve ordinairement pas réuni en un seul globule; pour cela on enveloppe l'essai dans un papier, et on casse en petits fragments la scorie dans laquelle les globules sont disséminés; il est facile de retirer les plus gros au moyen des bruxelles; mais pour avoir les plus petits, on place les scories dans une capsule de porcelaine, et on les soumet à la lévigation.

Le plomb est pur si le grillage a été conduit convenablement; il ne doit contenir ni soufre, ni arsenic. Si au contraire, un peu de sulfure ou d'arsenic de plomb se trouve dans les scories, on devra considérer l'opération comme manquée, car ces combinaisons de plomb ne pourraient pas être retirées par la lévigation sans une perte considérable.

Le plomb obtenu ainsi d'un sulfure pur ne doit pas contenir de métaux étrangers autres que l'argent.

Lorsque le plomb a été retiré de matières contenant des sulfures de cuivre ou d'antimoine, on cherchera s'il contient du cuivre ou de l'antimoine; ce dernier se reconnaît facilement à ce que le plomb qui le contient est dur et cassant.

La séparation de l'argent, du cuivre et de l'antimoine, n'est nécessaire que dans le cas où l'on veut déterminer la quantité de ces métaux; car d'ailleurs les sulfures de plomb contiennent rarement plus de 1/2 à 1 pour 100 d'argent, et les mines de plomb ne contiennent presque jamais de cuivre ou d'antimoine si elles ont subi un traitement de préparation.

Si, toutefois, on voulait une détermination exacte du plomb dans les minerais contenant à la fois de l'argent, du cuivre et de l'antimoine, on peserait le plomb obtenu et on y rechercherait ces métaux. Pour l'argent, on opérerait sur le charbon avec un peu de verre de borax à la flamme réduisante, et on ferait ensuite une oxydation et une coupellation. Pour le cuivre, on pourrait le doser en fondant le plomb sur le charbon et le traitant ensuite par l'acide borique. Quant à l'antimoine, on

n'a pas de moyen de le séparer du plomb par la voie sèche; mais on peut facilement en reconnaître la présence à ce que, traitant à la flamme oxydante le plomb qui en contient, le charbon se recouvre d'une couche blanche d'oxyde d'antimoine; après avoir trouvé la proportion de ces métaux, on en retranche le poids de celui du plomb brut, et on a le poids du plomb pur.

Deuxième procédé. — On prépare 1 décigramme de la matière à analyser réduite en poudre : on le place dans un creuset d'argile préparé comme nous l'avons indiqué (*Instruments accessoires*), et on y ajoute 50 milligrammes de morceaux de fil-de-fer; on pèse ensuite 150 milligrammes de soude, 30 de verre de borax, 20 d'acide tartrique. On mêle ces matières très-intimement dans le mortier d'agate, et on les verse dans le creuset sur le mélange de matière à essayer et de fer; enfin on pèse 50 milligrammes de sel marin décrépité qu'on ajoute aussi à la matière déjà contenue dans le creuset. Le fer sert à éliminer le soufre et l'arsenic; la soude et le verre de borax servent à former les scories et à dissoudre les sulfures autres que le sulfure de plomb, et les matières terreuses. L'acide tartrique empêche que la matière du creuset ne déborde, et, par son carbone, que les scories qui contiennent du sulfure de sodium n'agissent comme dissolvant sur le plomb métallique. Le sel marin enfin, à cause de sa fluidité lorsqu'il est à l'état de fusion, et de la propriété dont il jouit de ne pas se combiner aux scories, recouvre l'essai et empêche le contact de l'air, ce qui rend plus facile la réunion des grains de plomb en un seul bouton. On place le creuset sur le porte-charbon comme s'il s'agissait du grillage d'un essai de cuivre; il doit s'appuyer sur le fil de platine, et être isolé de toutes parts; son bord supérieur doit être au niveau du bord supérieur du charbon. On ferme la rainure du support, et on couvre le creuset au moyen du couvercle de charbon, tel qu'on l'emploie pour le grillage des essais de plomb. Cela fait, on dirige par l'ouver-

ture circulaire une bonne flamme oxydante, en tenant l'instrument à 54 millim.(2 pouces) de distance de la mèche, de manière à introduire un vif courant d'air chaud dans l'espace qui entoure le creuset; la matière contenue dans ce dernier entre en fusion; si le charbon n'est pas trop dur, la fusion est complète après quatre ou cinq minutes d'insufflation. On enlève le couvercle de charbon et on frappe quelques coups sur le porte-charbon, afin de faire tomber au fond du creuset les globules métalliques et les réunir en une seule masse; on enlève ensuite le creuset et on le place à refroidir. Après le refroidissement, on le casse avec le marteau sur l'enclume, et on sépare le plomb et le fer des scories; quelques coups de marteau suffisent ensuite pour détacher le fer et les scories du bouton de plomb, dont on détermine le poids.

Si on soupçonne que le plomb contient de l'argent ou du cuivre, on cherche à doser ces deux métaux, et on soustrait leur poids de celui du plomb. Lorsque la matière qu'on a essayée ne contient pas plus de 1 à 10 pour 100 de plomb, la séparation du grain de plomb des morceaux de fil-de-fer est difficile; dans ce cas, on ajoute à la préparation de l'essai un bouton d'argent du poids de 50 à 80 milligrammes environ, et, au lieu d'employer seulement 20 milligrammes d'acide tartrique, on en prend 50. Le plomb s'unit à l'argent, le fer est facile à séparer, et le contenu en plomb se déduit de l'augmentation du bouton d'argent.

Des deux procédés décrits, le premier est le plus convenable pour les matières qui contiennent beaucoup d'argent et de cuivre.

Si une mine de plomb contenait du plomb à l'état d'oxyde, la quantité de l'acide tartrique devrait excéder 50 et 100 milligrammes pour donner la quantité de charbon nécessaire à la réduction.

2° ESSAI DES MINERAIS, MINES ET PRODUITS DE FOURNEAUX DANS LESQUELS LE PLOMB EST COMBINÉ A DES ACIDES MINÉRAUX.

Si on a affaire à des sels de plomb exempts d'autres sels et surtout de sulfates, et qui ne contiennent pas en même temps des parties terreuses, on poura les traiter de la même manière que le sulfure de plomb pur et grillé. Le mélange consiste en 100 milligrammes de matière, 100 de soude, 25 de verre de borax. La manière d'opérer est la même que pour les substances qui doivent être grillées avant la réduction.

Si la matière à essayer contenait des sulfates, ou des sulfures ou arséniures métalliques, il faudrait commencer par un grillage avec le charbon avant de passer à la réduction.

Après le grillage de 100 milligrammes de matière, la préparation de l'essai se fait avec 100 milligrammes de soude, de 40 à 50 de verre de borax. Si la matière essayée contenait d'autres métaux réductibles, on devrait rechercher dans le plomb la présence de l'argent, de l'antimoine ou du cuivre.

La soude, dans ces analyses, sert de moyen de réduction pour l'oxyde de plomb et pour les acides : elle convertit l'acide arsenique en arsenic métallique qui se volatilise; l'acide sulfurique en soufre, qui forme du sulfure de sodium; l'acide chromique en oxyde de chrôme, qui reste dans les scories.

Le borate de sodium empêche que la scorie entre dans le charbon; il fond avec la soude et les matières terreuses en donnant une perle, sur laquelle le plomb réduit fond en grains plus ou moins gros.

Dans la réduction de l'oxyde plombique retiré des sels mêlés d'autres substances et grillés, la soude agit à cause de sa propriété dissolvante, augmentée peut-être par la présence d'un peu de silice. Le borax sert de dissolvant pour les oxydes non réductibles.

3° ESSAI DES MATIÈRES CONTENANT LE PLOMB A L'ÉTAT D'OXYDE PUR, OU COMBINÉ A DES OXYDES VÉGÉTAUX.

Pour le traitement de ces substances, le grillage n'est pas nécessaire. Dans la préparation de l'essai pour la réduction, il faut rechercher si l'on a affaire à un oxyde ou bien à une combinaison saline.

Pour 100 milligrammes de matière, la préparation se compose de 100 milligrammes de soude et de 25 milligrammes de borax. Si les parties difficiles à fondre prédominent, on emploiera jusqu'à 50 milligrammes de verre de borax. Si le plomb contenait d'autres métaux réductibles, on les doserait et on déduirait leur poids de celui du plomb obtenu.

4° ESSAI DES MINERAIS CONTENANT LE PLOMB A L'ÉTAT MÉTALLIQUE ISOLÉ OU COMBINÉ A D'AUTRES MÉTAUX.

La méthode employée par M. Plattner pour le séléniure de plomb, seule substance essayée par ce chimiste, consiste à ajouter à 100 milligrammes de matière, un morceau de fer de 30 à 50 milligrammes, à placer le tout dans un creuset d'argile, à y ajouter un mélange de 150 milligrammes de soude, 30 milligrammes de borax, 20 milligrammes d'acide tartrique et 50 milligrammes de sel décrépité, et à fondre le tout comme il a été déjà dit.

Le sélénium se trouve en partie combiné au sodium, en partie chassé à l'état de vapeur, le plomb reste au fond du creuset à côté du fer. Si le séléniure de plomb est mêlé de sulfure, le fer le décompose. Après la fusion et le refroidissement de l'essai, on brise le creuset, et on sépare le plomb des scories et du fer. On essaie la malléabilité du bouton de plomb, qui est un caractère de pureté.

Si on voulait avoir la quantité d'argent contenue dans l'essai, on n'aurait qu'à soumettre le bouton de plomb à une oxydation et à une coupellation.

§ III. DOSAGE DE L'ÉTAIN.

Les méthodes par la voie sèche pour déterminer quantitativement l'étain sont loin d'être exactes; la principale raison tient à la propriété réduisante de l'étain; en effet, ce métal agit, par exemple, sur le deutoxyde de fer, et le convertit en protoxyde de fer ou même en fer métallique avec lequel il forme un bouton dur et pesant; aussi ne peut-on pas doser l'étain par la voie sèche lorsqu'il se rencontre avec le fer. Il est nécessaire, dans ce cas, de recourir à la voie humide. La séparation de l'acide stannique, et des oxydes de fer et de cuivre, est, comme on le sait, des plus faciles.

Les matières dans lesquelles on peut doser l'étain sont divisées :

1° Matières qui contiennent l'étain à l'état de sulfure;
2° Matières qui contiennent l'étain à l'état d'oxyde;
3° Alliages d'étain.

1° ESSAI DES MATIÈRES QUI CONTIENNENT L'ÉTAIN A L'ÉTAT DE SULFURE.

Dans cette classe on doit placer le sulfure de cuivre et d'étain et le *schlich* (minerai préparé pour la fusion) qui, malgré le grillage, contient encore du sulfure et de l'arséniure, bien qu'en petite quantité, enfin l'or mussif ou bi-sulfure d'étain.

Pour analyser l'une ou l'autre de ces substances, on opère sur 1 décigramme; par un grillage on la débarrasse des corps volatils.

Si la substance contient seulement du soufre, ou une faible proportion d'arsenic, le grillage se fait rapidement : si la quantité de ce dernier est considérable, il demande un temps plus long, et il faut le continuer jusqu'à ce qu'après l'addition d'une nouvelle proportion de charbon, et par la chaleur

rouge, il ne se dégage plus une trace d'odeur arsénicale. Cette opération doit quelquefois être répétée deux ou trois fois.

Par ce grillage, le soufre, l'arsenic, la plus grande partie de l'antimoine, et une portion du zinc, se trouvent volatilisés; l'étain, le cuivre, le fer, le manganèse, et une partie du zinc, sont oxydés; les métaux qui sont susceptibles de s'acidifier et qui ne se volatilisent que difficilement, restent à l'état d'acides; tels sont le molybdène, le tungstène, le titane.

Les caractères qui indiquent que le grillage a été bien conduit sont les mêmes que les minerais de plomb.

Si, après cette opération, on voulait doser l'étain par la voie sèche, on aurait, malgré l'emploi des meilleurs fondants, un bouton gris et cassant, dont le poids serait trop considérable, ce qui tient à ce qu'il se réduirait en même temps que l'étain, du cuivre et du fer, qui se combineraient avec lui; aussi doit-on recourir à la voie humide.

On place la matière grillée dans un petit vase de porcelaine, et on verse dessus de l'acide chlorhydrique, dont la quantité est en proportion des matières à dissoudre. Comme toutefois, il serait sans inconvénient d'avoir un excès d'acide pour 1 décig. d'une matière contenant à peu près 30 pour 100 d'oxydes solubles, on remplira le petit vase jusqu'à la moitié de sa hauteur, on soumettra l'essai à une douce chaleur, au-dessus de la flamme à esprit-de-vin, pendant quatre à cinq minutes, et pour éviter les pertes faites par projection, on couvrira le vase d'un verre de montre. Les oxydes de fer, de cuivre, de manganèse seront dissous; à ce point, on cessera de chauffer. Le résidu insoluble sera de l'acide stannique, peut-être mêlé d'acide tungstique ou d'acide titanique. On enlèvera au moyen d'une pipette la solution colorée par les oxydes, et on la remplacera par trois ou quatre volumes d'eau pure; on chauffera encore et on décantera le liquide, que l'on réunira à la solution qu'on a retirée d'abord. Le lavage terminé, on séchera la poussière à une douce chaleur.

La réduction de l'acide stannique se fait dans un espace entouré de charbon, au moyen d'un agent convenable de fusion et de réduction, à peu près comme on le pratique pour les minerais de plomb. Le mélange se compose de 100 milligrammes de soude et de 30 milligrammes de verre de borax.

Ce mélange est broyé avec la poudre sèche et pesée, contenant l'acide stannique; on l'introduit dans une cartouche de papier sodé, comme un essai de plomb, et on le fond de la même manière, entre deux capsules d'argile. Cette opération dure à peu près huit minutes. Après la fusion, on trouve sous les scories une masse vitreuse, dans laquelle l'étain fondu se trouve quelquefois réduit en un seul bouton, le plus souvent en plusieurs petits globules qu'il faut séparer des scories par la lévigation, laver et sécher. On reconnaît la pureté de l'étain au moyen de l'aimant, et par sa couleur et sa malléabilité.

Si le grillage a été bien pratiqué, le poids de l'étain représente la quantité réelle de ce métal dans la matière essayée. Si, au contraire, le grillage et le lavage n'ont pas été assez prolongés, on aura avec l'étain une portion de cuivre et de l'antimoine, qui le rendront fragile, ou une portion du fer, qui, tout en lui laissant sa malléabilité, le rendra attirable à l'aimant, surtout en opérant sous l'eau, car le corps plongé dans l'eau perd de son poids le volume de ce liquide qu'il déplace. Quant aux acides tungstique et titanique, ils ne se trouveront pas dans l'étain, car bien que l'acide chlorhydrique ne les dissolve pas, ils se sont combinés avec la soude pendant la réduction.

Si l'étain est pur, on le pesera; dans le cas contraire, il faudra répéter l'essai.

2° ESSAI DES MATIÈRES QUI CONTIENNENT L'ÉTAIN A L'ÉTAT D'OXYDE.

Pour ces matières, comme l'oxyde d'étain, les cendres d'étain, les émaux, etc., on n'a besoin ni de grillage, ni de trai-

tement à l'acide chlorhydrique. Si l'on avait à analyser l'oxyde d'étain réduit en poudre fine, ou des produits qui ne contiennent pas de silice, on en peserait 100 milligrammes, et on y ajouterait 100 milligrammes de soude et 25 de verre de borax, et on procéderait à la réduction.

Pour la détermination de l'étain dans l'émail composé de silice et d'oxyde d'étain, à 100 milligrammes de matière on ajoutera 150 milligrammes de soude et 30 de verre de borax. La silice se combinera à la soude pendant la réduction.

L'émail contenant ordinairement de l'oxyde de plomb, on conçoit qu'avec l'étain on réduise du plomb. La combinaison de ces deux métaux ne peut pas être décomposée par la voie sèche, mais l'acide azotique fournit un bon moyen de séparation, car il dissout le plomb et laisse l'étain à l'état d'oxyde d'étain; il n'y a plus alors qu'à laver l'oxyde, le sécher, le calciner dans une capsule de platine, et calculer de son poids la quantité de l'étain.

3° ESSAI DES ALLIAGES D'ÉTAIN.

On doit classer au nombre de ces composés le métal des cloches, le bronze et tous les alliages de l'étain avec le plomb, le bismuth, le zinc et l'antimoine; ces derniers ne peuvent donner, par la voie sèche, des résultats satisfaisants, et, d'ailleurs, ils sont analysés avec succès par la voie humide; aussi l'emploi du chalumeau se trouve-t-il borné à la détermination de l'étain dans le métal des cloches et dans le bronze. La manière de séparer le cuivre de l'étain a été décrite à propos des essais de cuivre.

Suivant le procédé qui a été indiqué, on obtient le cuivre directement, et on a l'étain par différence. Si on voulait déterminer directement l'étain, on conserverait les scories contenant l'oxyde d'étain, et l'on en réduirait le métal. Pour cela, on les mêlerait avec 50 milligrammes de soude, on envelopperait le mélange dans une cartouche de papier sodé, et on

le fondrait entre deux capsules d'argile, entouré de poudre de charbon, comme on le pratique pour les essais de plomb. L'étain serait fondu, mais retiendrait toujours une très petite quantité de cuivre; on le peserait, et, de son poids, on déduirait sa proportion pour 100 d'alliage.

CHAPITRE IV.

CARACTÈRES DES OXYDES.

Protoxyde de potassium. Placé à la pointe de la flamme bleue, il colore la flamme extérieure en violet. Une quantité, même minime, de soude empêche ce phénomène.

Protoxyde de sodium. Placé à la pointe de la flamme bleue sur le fil de platine, il colore fortement la flamme extérieure en jaune. La potasse, même en quantité considérable, n'empêche pas cette réaction.

Protoxyde de lithium. Placé à la pointe de la flamme bleue, il donne une couleur rouge carmin à la flamme extérieure. La potasse n'empêche pas cette réaction; tandis que peu de soude empêche la coloration et colore la flamme en jaune.

Sur la lame de platine, la lithine s'entoure d'une tache d'un jaune obscur. Cette tache disparaît lorsqu'on lave avec de l'eau et qu'on chauffe le platine; mais la surface métallique est *mate*, surtout quand on la chauffe au rouge.

Protoxyde de barium. *Seul sur le charbon*, il fond à l'état d'hydrate, bout et se gonfle. Il se fige à sa surface et est absorbé avec bouillonnement.

Avec le borax sur le fil de platine, il se convertit en un verre limpide, avec effervescence et est d'un blanc d'émail à froid. Le verre qui ne devient pas opaque par le refroidissement, le devient au *flamber*.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine, il fond aisément et subit une vive effervescence, durant laquelle le globule écume et se gonfle; la matière tuméfiée se ramasse ensuite et

se convertit en un verre limpide. En augmentant la dose d'oxyde, on obtient un verre transparent, qui, en se refroidissant, se couvre çà et là de taches d'un blanc laiteux; en l'augmentant encore, on a un verre qui prend l'aspect de l'émail à froid.

Avec la soude sur le charbon, il fond et est absorbé.

Avec l'azotate de cobalt, il produit, par la fusion, une boule qui, tant qu'elle est chaude, présente une couleur rouge brun, rouge brique, ou jaune rouille, suivant les doses d'azotate. Elle perd sa couleur en refroidissant. Si on la chauffe de nouveau, elle ne reprend couleur que par une seconde fusion; exposée à l'air, elle ne tarde pas à se réduire en une poudre d'un gris clair.

PROTOXYDE DE STRONTIUM. *Seul sur le charbon*, il fond à l'état d'hydrate, bout et se gonfle. Le carbonate ne fond que sur les angles et se gonfle en choux-fleur, dont les points saillants donnent une lumière brillante et une faible couleur rouge à la flamme de réduction.

Avec le borax sur le fil de platine, se comporte comme le protoxyde de barium.

Avec le sel de phosphore, se comporte comme la baryte.

Avec la soude sur le charbon, est insoluble à l'état caustique.

Avec la solution de cobalt à la flamme d'oxydation, il ne peut être fondu en globules, mais devient noir ou gris-noir.

PROTOXYDE DE CALCIUM.

Sur le charbon, ne change, ni ne fond.

Avec le borax sur le fil de platine, fond facilement en un émail clair qui se trouble au flamber. Une plus grande quantité donne un verre clair, qui cristallise par le refroidissement, et prend une forme anguleuse, mais qui ne devient jamais blanc de lait comme le verre contenant la baryte ou la strontiane.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine, soluble en grande quantité en donnant un verre limpide qui, lorsqu'il

est médiocrement saturé, peut être opaque au flamber. La solution du carbonate se fait avec effervescence. Par une saturation complète, le verre limpide passe au blanc laiteux en se refroidissant.

Avec la soude sur le charbon, insoluble; la soude passe dans le charbon et laisse la chaux.

Avec la solution de cobalt à la flamme d'oxydation, devient gris-noir ou noir, sans fondre.

PROTOXYDE DE MAGNÉSIUM. *Seul sur le charbon*, infusible, mais brille dans la flamme.

Avec le borax sur le fil de platine, se comporte comme la chaux, mais sans prendre une structure si sensiblement cristalline.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine, se dissout facilement en un verre limpide; le verre peut devenir opaque au flamber. Par une saturation complète et par le refroidissement, il devient blanc de lait.

Avec la soude sur le charbon, se comporte comme la chaux.

Avec la solution de cobalt à la flamme d'oxydation, prend, par une longue insufflation, une belle couleur rouge incarnat peu prononcée, qu'on ne voit bien qu'après le refroidissement.

PROTOXYDE D'ALUMINIUM. *Seul sur le charbon*, n'éprouve pas de changement.

Avec le borax sur le fil de platine, se dissout lentement en donnant un verre limpide, qui ne devient opaque ni au flamber, ni par le refroidissement.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine, soluble lentement en un verre clair, qui se conserve limpide; si la quantité d'alumine est trop forte, la portion non dissoute devient translucide.

Avec la soude sur le charbon, se gonfle un peu et donne une combinaison infusible; la soude en excès passe dans le charbon.

Avec la solution de cobalt à la flamme d'oxydation, par une

forte insufflation, prend une belle couleur bleue, dont on reconnaît l'intensité après le refroidissement.

PROTOXYDE DE GLUCINIUM. *Seul sur le charbon*, rien.

Avec le borax sur le fil de platine, se dissout en grande quantité en donnant un verre limpide qui, au flamber, ou par une saturation complète, et après le refroidissement, devient laiteux.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine, se comporte comme avec le borax.

Avec la soude sur le borax, est insoluble.

Avec la solution de cobalt à la flamme d'oxydation, se colore en gris-obscur ou en noir sans fondre.

PROTOXYDE D'YTTRIUM. *Seul sur le charbon*, rien.

Avec le borax, le sel de phosphore et la soude, se comporte comme le protoxyde de glucinium.

Avec la solution de cobalt, se comporte de même.

PROTOXYDE DE ZIRCONIUM. *Seul sur le charbon*, infusible, donne une lumière si vive que l'œil ne peut la supporter.

Avec le borax sur le fil de platine, agit comme le protoxyde de glucinium.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine, se dissout plus lentement que dans le borax, et donne plus promptement un verre opaque.

PROTOXYDE DE THORINIUM. *Seul sur le charbon*, rien.

Avec le borax sur le fil de platine, en petite quantité, il se dissout en un verre limpide qui, complètement saturé, devient d'un blanc de lait par le refroidissement, et qui, s'il reste transparent à froid, ne devient pas opaque au flamber.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine, se comporte comme avec le borax.

Avec la soude sur le charbon, est insoluble.

Avec la solution de cobalt, rien.

ACIDE SILICIQUE. *Seul sur le charbon*, est infusible.

Avec le borax sur le fil de platine, se dissout lentement en

un verre limpide et difficile à fondre, qu'on ne peut pas rendre opaque au flamber.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine, se dissout en très-petite quantité en donnant un verre clair. La silice, qui n'est pas dissoute devient demi-transparente.

Avec la soude sur le charbon, se dissout en un verre limpide avec une forte effervescence.

Avec la solution de cobalt à la flamme d'oxydation. Avec peu de solution de cobalt, il prend une faible couleur bleue qui, par une forte quantité de solution de cobalt, se change en noir ou gris-obscur. Les angles les plus minces de l'essai peuvent, par une très-forte chaleur, être fondus en un verre rouge-bleuâtre.

Protoxyde de cérium. *Seul sur le charbon*, se change en deutoxyde de cérium.

Deutoxyde de cérium. *Sur le charbon*, n'éprouve pas de changement.

Avec le borax sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, se fond en un verre rouge ou jaune foncé comme le péroxyde de fer. La couleur diminue par le refroidissement et devient jaune. Le verre peut être rendu blanc d'émail au flamber.

Au feu de réduction, le verre devient pâle. S'il n'a qu'une couleur jaune, il devient tout-à-fait incolore : par une grande saturation, le verre devient blanc d'émail et cristallise à froid.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, se comporte comme avec le borax, mais la couleur disparaît par le refroidissement

Au feu de réduction, le verre est tout-à-fait incolore à froid et à chaud, ce qui le distingue du fer. Le verre conserve la transparence même par une forte saturation.

Avec la soude, est insoluble. La soude pénètre dans le charbon, et le cérium reste à l'état de protoxyde de cérium avec une couleur blanche ou gris-clair.

Avec la solution de cobalt, rien.

DEUTOXYDE DE MANGANÈSE. *Sur le charbon*, il ne fond pas, mais devient brun par un feu énergique.

Avec le borax sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, se colore intensivement. La couleur à chaud est violette; à froid, elle est rouge et vire au violet. Une plus grande quantité d'oxyde donne un verre qui paraît tout-à-fait noir, et est transparent lorsqu'on le tire en fils minces.

Au feu de réduction, le verre coloré devient incolore. Si la couleur est très-foncée, la réduction s'opère mieux sur le charbon que sur le fil de platine, particulièrement si on opère en ajoutant de l'étain à l'essai.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, s'il est en proportion considérable, il donne un verre violet qui n'est jamais foncé à perdre sa transparence. Si le verre contient peu d'oxyde, et s'il est tout-à-fait incolore, on fait reparaître la couleur par le salpêtre.

Au feu de réduction, le verre coloré devient incolore et reste en fusion tranquille après la réduction.

Avec la soude. Soluble à la flamme oxydante en masse verte, limpide à chaud, opaque et d'une couleur bleu-vert à froid. Il n'est pas réduit sur le charbon.

Avec la solution de cobalt, rien.

PROTOXYDE DE ZINC. *Sur le charbon, sans réactif.* Au feu d'oxydation, il devient jaune par la chaleur, et blanc par le refroidissement. Il est infusible mais brille beaucoup.

Au feu de réduction, il disparaît peu à peu et couvre le charbon d'une fumée blanche d'oxyde de zinc.

Avec le borax sur le fil de platine, se dissout facilement au feu d'oxydation en un verre limpide et incolore, qui, malgré une saturation complète, reste clair après le refroidissement, mais peut devenir opaque au flamber par un excès d'oxyde.

Au feu de réduction, le verre saturé devient blanc d'émail

sur le fil de platine; sur le charbon, l'oxyde se réduit; le métal se volatilise et couvre le charbon d'oxyde de zinc.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine, se comporte comme avec le borax, sauf qu'à la flamme d'oxydation, le verre saturé devient spontanément blanc d'émail.

Avec la soude. Insoluble, se réduit sur le charbon et le couvre de fumée; un bon feu peut le porter à la combustion avec flamme.

Avec la solution de cobalt au feu d'oxydation, il prend une belle couleur verte.

Deutoxyde de cobalt. *Sur le charbon sans réactif*, n'éprouve pas de changement.

Avec le borax sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, le verre se colore fortement: il prend une couleur bleue pure, soit à froid, soit à chaud; une forte quantité d'oxyde lui donne une couleur si foncée qu'il paraît noir.

Au feu de réduction, il se comporte comme un feu d'oxydation.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine, il se comporte comme avec le borax, sauf que le verre saturé n'est pas si foncé et qu'il s'éclaircit encore par le refroidissement.

Avec la soude sur le fil de platine, il se dissout en une masse transparente légèrement rouge, qui devient grise par le refroidissement; *sur le charbon*, il peut être réduit en une poudre grise métallique magnétique.

Avec la solution de cobalt, rien.

Deutoxyde de nickel. *Seul sur le charbon*, n'éprouve pas de changement.

Avec le borax sur le fil de platine. Le verre se colore fortement; en petite quantité, l'émail est violet à chaud, et rouge brun pâle à froid; en plus grande proportion, il donne un verre violet foncé dans la flamme et rouge-brun après refroidissement.

Au feu de réduction, le verre devient gris et trouble ou

tout-à-fait opaque; par une insufflation prolongée, on obtient une masse de nickel métallique, et le verre devient incolore.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine. Soluble en un verre rougeâtre qui, à froid, devient jaune; par une plus grande proportion d'oxyde, le verre paraît brun-rouge dans la flamme, et jaune-rougeâtre après le refroidissement.

Au feu de réduction, le verre ne paraît pas changer sur le fil; mais sur le charbon avec l'étain, il devient d'abord opaque et gris, puis, par une insufflation prolongée, le nickel est précipité et le verre devient incolore.

Avec la soude, il est insoluble, mais se réduit facilement sur le charbon en particules métalliques et magnétiques.

Avec la solution de cobalt, rien.

Péroxyde de fer. *Seul sur le charbon*, n'éprouve aucun changement.

Avec le borax sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, une petite quantité d'oxyde colore le verre en jaune à chaud, incolore à froid. Une plus grande quantité donne un verre rouge à chaud, jaune à froid; enfin, un excès donne un verre rouge obscur à chaud, et jaune obscur à froid.

Au feu de réduction, le verre devient vert-bouteille sur le fil. Sur le charbon avec l'étain, il devient vert de vitriol par une longue insufflation.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, le verre est rouge jaunâtre à chaud avec peu d'oxyde. A froid, cette couleur devient jaune, verte, puis disparaît: Avec beaucoup d'oxyde, le verre est rouge obscur à chaud, brun rouge à froid, puis vert pâle, enfin rouge brunâtre.

Au feu de réduction, un peu d'oxyde ne change pas le verre; s'il y en a davantage, le verre paraît rouge à chaud et jaune à froid, puis verdâtre, enfin rougeâtre. Par l'étain, le verre devient vert, puis incolore à froid.

Avec la soude, l'oxyde est insoluble. Sur le charbon, il se réduit en scories dont la poussière est magnétique.

PROTOXYDE DE CADMIUM. *Seul*, au feu d'oxydation, n'éprouve pas de changement sur la lame de platine.

Au feu de réduction, il disparaît en peu de temps et couvre le charbon d'une poudre rouge obscur ou jaune foncé dont la couleur ne s'apprécie bien qu'après un refroidissement complet.

Avec le borax sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, il est très-soluble en un verre limpide jaunâtre à chaud, presque incolore à froid. A un degré moyen de saturation, le verre devient laiteux au flamber. Saturé, il est blanc d'émail à froid.

Au feu de réduction, le verre bouillonne, le cadmium se réduit, se volatilise et couvre le support de charbon d'un oxyde jaune obscur.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine, se dissout en assez grande quantité en un verre limpide et incolore qui devient blanc de lait à froid.

Au feu de réduction sur le charbon, le cadmium est lentement réduit; il se forme une légère couche jaune foncé d'oxyde, qui est bien tranchée à froid.

Avec la soude, il est insoluble. Sur le charbon, il se réduit bientôt, et le charbon est couvert d'une auréole jaune foncé d'oxyde.

Avec la solution de cobalt, rien.

DEUTOXYDE DE PLOMB. *Sur le charbon sans réactif*, fortement chauffé sur le platine, le minium noircit et se change en un globule d'un jaune foncé de litharge.

Au feu de réduction, il est réduit avec effervescence sur le charbon. Le bouton fortement soufflé donne une auréole jaune d'oxyde.

Avec le borax sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, se réduit facilement en un verre jaune et limpide qui devient incolore à froid. Si la quantité d'oxyde est plus grande, le

verre peut devenir opaque au flamber, et spontanément blanc d'émail par le refroidissement.

Au feu de réduction, le verre qui a dissous l'oxyde se dilate sur le charbon, se trouble et bouillonne; le plomb est réduit et le verre incolore.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine, comme avec le borax. Il faut beaucoup d'oxyde pour colorer le verre encore chaud en jaune.

Au feu de réduction, le verre qui contient l'oxyde devient verdâtre et opaque sur le charbon; par l'étain on ne peut pas rendre ce verre opaque, mais un peu trouble et d'un gris un peu plus foncé que sans l'étain.

Avec la soude, sur le fil de platine et à la flamme d'oxydation, il donne facilement un verre limpide qui, par le refroidissement, devient jaune et opaque : sur le charbon, le plomb est de suite réduit.

Avec la solution de cobalt, rien.

Protoxyde de bismuth. *Seul*, il fond facilement sur la lame de platine en une masse d'un brun obscur, qui, par le refroidissement, devient jaune pâle. Si le métal se réduit, la lame est percée.

Au feu de réduction, sur le charbon, il est bientôt réduit à l'état métallique. Les grains, par une insufflation prolongée, se volatilisent en auréole jaune.

Avec le borax sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, se dissout facilement en un verre limpide qui, par une quantité convenable d'oxyde, se montre jaune à chaud et incolore à froid. Une plus grande quantité d'oxyde donne un verre rouge jaunâtre à chaud, jaune en refroidissant et opalin par un refroidissement complet.

Au feu de réduction sur le charbon, le verre devient gris, se trouble, et commence à bouillir; le bismuth est réduit. Avec l'étain, il est d'abord gris, puis le verre est clair et incolore, et le bismuth se précipite.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, le verre est sans couleur avec peu d'oxyde. Une plus grande proportion donne un verre jaune à chaud, incolore à froid. Par un excès d'oxyde, le verre devient spontanément blanc d'émail à froid.

Au feu de réduction, sur le charbon et particulièrement en y ajoutant de l'étain, le verre se conserve limpide et incolore à chaud ; mais il devient opaque et gris noir à froid.

Avec la soude, il se réduit à l'instant sur le charbon.

Avec la solution de cobalt, rien.

Deutoxyde d'uranium. *Seul sur le charbon*, il se convertit en protoxyde d'urane, mais sans fondre.

Avec le borax sur le fil de platine, se comporte comme le péroxyde de fer; les couleurs sont plus nettes; le verre saturé peut être rendu opaque au flamber et prend alors l'aspect d'un émail jaune.

Au feu de réduction, il donne les mêmes couleurs que le péroxyde de fer; le verre vert saturé à un certain point, peut se colorer en noir au flamber; il ne prend pourtant ni l'aspect de l'émail, ni la structure cristalline.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, il se dissout en un verre limpide et jaune, dont la couleur devient jaune vert par le refroidissement.

Au feu de réduction, il prend une belle couleur verte qui devient d'autant plus belle et plus pure que le refroidissement est plus complet.

Avec la soude, il est insoluble. Par une addition de soude, il donne des indices de fusion ; par une plus forte proportion d'alcali, la masse devient jaune brun, et l'oxyde passe dans le charbon sans se réduire.

Avec la solution de cobalt, rien.

Deutoxyde de cuivre. *Seul sur le charbon*, au feu d'oxydation, il fond en un globule noir qui s'étale bientôt sur le charbon et se réduit à la partie inférieure.

Au feu de réduction, l'oxyde est réduit en métal. Aussitôt que l'insufflation s'arrête, le cuivre s'oxyde et devient noir ou brun à la surface.

Avec le borax sur le fil de platine, le verre prend une couleur peu prononcée au feu d'oxydation : peu d'oxyde donne un verre vert à chaud, bleu à froid. Si la dose est forte, le verre est tellement coloré qu'il semble opaque ; par le refroidissement, il devient transparent et d'un bleu verdâtre.

Au feu de réduction, à un certain degré de saturation, le verre est d'abord incolore ; mais, au moment où il se fige, il prend une couleur rouge et devient opaque. Par un feu continu, le cuivre se précipite sur le charbon et le verre devient incolore. Par l'addition de l'étain, le verre est opaque, et d'un brun rouge par le refroidissement.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, on n'a pas une coloration aussi intense qu'avec le borax. Peu d'oxyde donne un verre vert à chaud, bleu à froid. Une plus forte proportion rend le verre vert à chaud, bleu à froid. Enfin, par un excès, le verre devient opaque à chaud et bleu verdâtre à froid.

Par la flamme de réduction, un verre peu saturé devient d'un vert foncé, et par le refroidissement il se fige et prend une couleur rouge brun opaque. Traité par l'étain, un verre peu riche en oxyde de cuivre devient à froid opaque et rouge brun.

Avec la soude. Sur le fil de platine, il se dissout en un verre limpide et vert, qui, par le refroidissement, perd sa couleur et devient opaque. Sur le charbon, il se réduit facilement.

Avec la solution de cobalt, rien.

Protoxyde d'argent. *Seul sur le charbon*, se réduit facilement.

Avec le borax sur le fil de platine, il se dissout en partie et se réduit en partie à la flamme d'oxydation. Par le refroi-

dissement, le verre devient laiteux et opalin à cause de la distribution inégale de l'oxyde dissous.

Au feu de réduction sur le charbon, l'oxyde devient d'abord grisâtre, puis l'argent se réunit en un globule et le verre devient incolore.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine, donne un verre jaunâtre, qui, par une plus forte proportion d'argent, devient opalin; il paraît jaunâtre au jour, rougeâtre à la lumière.

Au feu de réduction, il se comporte comme avec le borax.

Avec la soude, il se réduit immédiatement.

Avec la solution de cobalt, rien.

Deutoxyde de mercure. *Seul*, est réduit et volatilisé à l'instant.

Avec le borax et le sel de phosphore, rien.

Avec la soude dans le tube fermé. Chauffé au rouge, il se réduit, se volatilise et se condense dans la partie froide du tube sous forme d'un anneau grisâtre, qui, par quelques chocs, donne un globule métallique.

Protoxyde de platine.
Protoxyde de palladium.
Protoxyde de rhodium.
Protoxyde d'iridium.
} *Seuls*, sont immédiatement réduits, sans pouvoir être fondus en un globule.

Avec le borax sur le fil de platine, ils sont réduits, sans se dissoudre au feu de réduction ou à celui d'oxydation.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine, se comporte comme avec le borax.

Avec la soude, se comporte comme avec le borax. La soude est absorbée par le charbon.

Protoxyde d'or. *Seul*, il est réduit en arrivant au rouge.

Avec le borax sur le fil de platine, il se réduit sans se dissoudre et peut être fondu en un bouton.

Avec le sel de phosphore, se comporte comme avec le borax.

Avec la soude, comme avec le borax. Le charbon absorbe la soude.

DEUTOXYDE D'ÉTAIN. *Seul*, le protoxyde passe à l'état de deutoxyde qui brille fortement, mais sans fondre au feu d'oxydation.

Au feu de réduction, on peut le réduire par un feu soutenu.

Avec le borax sur le fil de platine, il se dissout lentement au feu d'oxydation en un verre incolore et limpide à chaud et à froid et opaque au flamber. Un verre saturé et refroidi qu'on réchauffe, devient opaque, et présente une cristallisation confuse.

Au feu de réduction, un verre qui contient peu d'oxyde ne change pas; mais s'il en contient beaucoup, le métal sera en partie réduit sur le charbon.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine, il se dissout lentement et en petite quantité au feu d'oxydation, en donnant un verre limpide et incolore.

Au feu de réduction, le verre n'éprouve aucun changement.

Avec la soude. Comme avec le borax, la soude pénètre dans le charbon.

Avec la solution de cobalt, il devient d'un bleu-verdâtre.

PROTOXYDE D'ANTIMOINE. *Seul sur le charbon*, il se déplace sans changement.

Au feu de réduction, il se réduit et se disperse en vapeurs; le charbon se couvre d'une couche blanche d'oxyde; la flamme se colore en même temps en bleu verdâtre.

Avec le borax sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, il se dissout en grande quantité en donnant un verre limpide, qui, à la flamme, paraît jaunâtre, et devient presque incolore par le refroidissement : l'oxyde dissous peut être chassé du verre lorsqu'on opère sur le charbon : alors, une addition d'étain ne produit aucun changement.

Au feu de réduction, le verre, traité seulement peu de temps à la flamme d'oxydation, prend une couleur grise et se trouble à cause des particules d'antimoine réduit. Ces particules se réduisent en vapeurs, et le verre devient limpide. Par une addition d'étain, le verre se fait gris de cendres et même noir, selon qu'il contient plus ou moins d'oxyde.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine. Soluble avec effervescence en un verre clair qui, à chaud, ne paraît que faiblement coloré en jaune.

Au feu de réduction, le verre saturé traité sur le charbon, se trouble, puis devient limpide, tandis que l'antimoine se réduit et se vaporise. Par l'étain, le verre devient gris; par une longue insufflation, il devient de nouveau limpide. L'étain donne toujours un trouble gris, même pour de très-petites quantités d'oxyde.

Avec la soude sur le charbon, se réduit très-facilement. Le métal fume et forme une auréole blanche d'oxyde sur le support.

PROTOXYDE DE CHRÔME. *Seul sur le charbon*, ne change pas.

Avec le borax sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, il colore fortement le borax, mais se dissout lentement. Si on ajoute un peu d'oxyde, on obtient un verre jaune à chaud, jaune verdâtre à froid. Une plus forte proportion d'oxyde donne un verre rouge foncé à chaud et jaune par le refroidissement; qui, tout-à-fait froid, est d'un beau vert, mais un peu jaunâtre.

Au feu de réduction, le verre saturé est d'un beau vert à chaud et à froid; par une plus forte proportion d'oxyde, il est plus foncé ou d'une belle couleur émeraude.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, il est soluble en un verre limpide, qui est rougeâtre à chaud, d'un vert sale pendant le refroidissement, et d'un beau vert à froid.

Au feu de réduction, il se comporte comme au feu d'oxydation, mais les colorations paraissent plus foncées.

Avec la soude sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, il forme un verre brun jaune foncé, qui, à froid, devient jaune et opaque.

Au feu de réduction, le verre devient opaque et se colore en vert par le refroidissement.

Oxyde de tellure. Aux feux de réduction et d'oxydation, il se réduit même seul. Le métal se volatilise et couvre le charbon d'une couche blanche d'oxyde.

Avec le borax sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, il se dissout en un verre limpide, incolore, qui, chauffé sur le charbon, se colore en gris et devient opaque par la réduction des particules métalliques qui se disséminent dans la masse.

Au feu de réduction, il se comporte comme au feu d'oxydation.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine, comme avec le borax.

Avec la soude sur le fil de platine, il fond en un verre limpide et incolore, qui devient blanc par le refroidissement.

Sur le charbon, il est réduit, se volatilise et couvre le charbon d'une couche d'oxyde.

Avec la solution de cobalt, rien.

Acide molybdique. *Sur le charbon*, il fond et est absorbé. A un bon feu de réduction, il est réduit en partie.

Avec le borax sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, il est soluble en un verre limpide, qui, par une addition d'acide, se colore en jaune à chaud. Par une forte proportion d'acide, le verre est jaune obscur à chaud et opalin à froid. Une plus forte proportion donne un verre rouge obscur à chaud et bleu gris opalin à froid.

Au feu de réduction, il se colore en brun par peu d'acide et devient opaque par une plus forte proportion.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine, il est soluble

au feu d'oxydation en un verre limpide qui, par une addition d'acide, devient vert jaune à chaud et presque incolore à froid. Sur le charbon, ce verre devient obscur et d'un beau vert par le refroidissement.

Au feu de réduction, le verre est vert sale foncé à chaud, d'un beau vert à froid. *Sur le charbon*, il se comporte de la même manière. L'étain rend la couleur plus foncée.

Avec la soude sur le fil de platine, il fond avec effervescence en donnant un verre limpide qui devient blanc de lait à froid. *Sur le charbon*, la masse est absorbée, et une grande partie de l'acide molybdique se réduit.

Avec la solution de cobalt, rien.

Acide tungstique. *Seul*, au feu d'oxydation, il n'éprouve pas de changement par un feu modéré.

Au feu de réduction, il noircit, mais ne fond pas.

Avec le borax sur le fil de platine, il est soluble au feu d'oxydation en un verre limpide et incolore. Une forte proportion d'acide le colore en jaune à chaud, et une plus grande proportion rend le verre opaque au flamber. Enfin, un excès d'acide rend le verre blanc d'émail par le refroidissement.

Au feu de réduction, peu d'acide ne change pas la couleur du verre; une plus forte proportion le rend jaune, une plus grande proportion le colore en jaune foncé à chaud, et en brun jaunâtre par le refroidissement. Sur le charbon, l'étain rend les colorations plus foncées, si la saturation n'est pas très-grande.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, il est soluble en un verre limpide et incolore qui paraît jaune à chaud lorsqu'il est saturé.

Au feu de réduction, le verre se colore en un beau bleu et pur; si l'acide est combiné à du fer, le verre se colore en rouge de sang. Le verre contenant du fer est coloré en bleu par l'étain. S'il y a beaucoup de fer, le verre devient vert.

Avec la soude, il est soluble sur le fil de platine en un verre limpide, jaune obscur, qui, en refroidissant, devient cristallin et opaque, et se colore en blanc ou en jaune. Sur le charbon, avec un peu de soude, on peut réduire une grande quantité de tungstène. Si la soude est en forte proportion, tout est absorbé par le charbon.

Avec la solution de cobalt, rien.

Acide vanadique. Au feu d'oxydation ou de réduction, il est fusible. La portion qui se trouve en contact avec le charbon se réduit et est absorbée; l'autre partie prend la couleur et le brillant du graphite.

Avec le borax sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, il est soluble en un verre limpide, qui, par une petite quantité d'acide, est incolore, et par une plus forte proportion, devient jaune.

Au feu de réduction, le verre, fortement coloré en jaune, se charge de manière qu'il semble brun à chaud, et par le refroidissement se colore en vert de chrôme.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine, il se comporte comme avec le borax.

Avec la soude, il se fond avec la soude et est absorbé par le charbon.

Avec la solution de cobalt, rien.

Acide tantalique. *Seul sur le charbon*, il n'éprouve aucun changement.

Avec le borax sur le fil de platine, il est soluble en un verre limpide incolore, qui devient opaque au flamber, et par une trop forte proportion d'acide devient blanc d'émail par le refroidissement.

Il se comporte de même au feu de réduction.

Avec le sel de phosphore sur le fil de platine, il se dissout facilement au feu d'oxydation et donne même en grande quantité un verre incolore, qui ne peut pas devenir opaque au flamber, ni par le refroidissement.

Se comporte de même au feu de réduction.

Avec la soude sur le fil de platine, se dissout avec effervescence, mais ne fond pas et ne subit pas de réduction.

ACIDE TITANIQUE. *Seul sur le charbon*, n'éprouve pas de changement.

Avec le borax sur le fil de platine. Au feu d'oxydation, il fond facilement en un verre limpide incolore à chaud, qui, par une plus forte proportion d'acide, devient jaune et incolore après le refroidissement. A un certain degré de saturation, il peut être rendu blanc d'émail au flamber, et par une plus forte saturation, il devient opaque spontanément par le refroidissement.

Au feu de réduction, une petite proportion d'acide colore le verre en jaune; une plus forte proportion le colore en jaune foncé et en brun. Le verre saturé prend au flamber l'aspect d'un émail blanc.

Avec le sel de phosphore avec le fil de platine. Au feu d'oxydation, il se dissout facilement en un verre limpide, qui, par une certaine proportion d'acide, est jaune à chaud et incolore après le refroidissement.

Au feu de réduction, le verre présente les changements suivants : à chaud il a une couleur jaune, se colore en rouge en refroidissant et prend à froid une belle couleur violette; trop d'acide donne une coloration si intense, que le verre devient opaque, mais ne prend pas l'aspect de l'émail. S'il y a du fer, le verre prend, en refroidissant, une couleur brun jaune et même brun rouge Une addition d'étain détruit la coloration du fer, et le verre devient violet.

Avec la soude, il est soluble en un verre limpide, jaune foncé. Le verre bouillonne; ce verre n'est pas absorbé par le charbon et devient gris blanc ou blanc. Si le verre cesse d'être chauffé, il cristallise et devient spontanément rouge blanc.

Avec la solution de cobalt, il devient noir ou gris foncé.

DÉTERMINATION DES SUBSTANCES RÉSULTANT DE LA COMBINAISON DES CORPS COMBUSTIBLES.

Sulfures métalliques.

En traitant les sulfures métalliques dans le *tube ouvert*, ils répandent une odeur d'acide sulfureux.

En les essayant par le *flux de silice* et *de soude*, on obtient un grain fondu qui, par le refroidissement et quelquefois même à chaud, prend une couleur rouge ou jaune, suivant la quantité relative de soufre.

Enfin, en les grillant dans le tube ouvert, à l'extrémité duquel on place un papier de Fernambouc un peu humide, il blanchit immédiatement.

Séléniures métalliques.

En les chauffant dans le *tube ouvert*, ils répandent une forte odeur d'acide sélénieux. Cette odeur est forte, très-désagréable et ressemble beaucoup à celle du raifort pourri.

Avec le verre de *silice* et *de soude*, on obtient les mêmes réactions qu'avec les sulfures; mais la couleur disparaît plus aisément par une insufflation prolongée que celle des sulfures.

Alliages d'arsenic.

En les calcinant dans le *tube ouvert* ou sur le *charbon*, ils fument abondamment et donnent une forte odeur alliacée. Dans le tube ouvert il y a toujours un dépôt d'acide arsénieux sous forme d'un sublimé blanc et cristallin.

Alliages d'antimoine.

Grillés dans le *tube ouvert*, ils dégagent de la fumée. Cette fumée varie selon les métaux avec lesquels l'antimoine est combiné. Si l'antimoine est combiné à des métaux très-oxydables, la fumée est infusible et fixe; si au contraire c'est

l'argent ou le cuivre, il se volatilise en formant un oxyde qui dépose sur le verre un sublimé volatil ; la fumée qui sort du tube a une odeur piquante.

Alliages de tellure.

Grillés dans le *tube ouvert*, ils déposent sur la partie supérieure des parois une couche pulvérulente blanche, fusible en gouttelettes limpides et incolores à chaud. La fumée qui sort du tube a une odeur piquante. Si elle sent le raifort, c'est que la matière renferme du sélénium.

Carbures métalliques.

Les carbures naturels sont sursaturés de charbon. Ils brûlent peu à peu sans répandre d'odeur ni de fumée : réduits en poudre, mêlés avec le salpêtre et chauffés sur la feuille de platine, ils détonnent en donnant du carbonate de potassium.

RÉACTIONS CARACTÉRISTIQUES DES ACIDES CONSIDÉRÉS DANS LES COMBINAISONS SALINES.

Acide sulfurique.

On reconnaît sa présence par deux procédés :

1° En fondant une très-petite quantité du sel à essayer avec un peu de soude, puis y ajoutant de la silice et refroidissant le globule. Ce procédé assez difficile est très-exact. Le verre prend une teinte rembrunie, ou devient incolore à l'état liquide, puis rouge ou orangé par le refroidissement.

2° En fondant ensemble la soude et la silice et opérant pour le reste comme ci-dessus.

Azotates.

Ceux qui sont fusibles ont la propriété de détonner avec le charbon. Les azotates infusibles sont d'abord desséchés, puis chauffés dans un *tube fermé*. Il se dégage bientôt une vapeur d'un jaune orangé : c'est de l'acide hypo-azotique.

Acide chlorhydrique.

On dissout dans du sel de phosphore une petite quantité d'oxyde de cuivre, de manière à obtenir une perle d'un vert sombre; on ajoute ensuite la matière que l'on veut essayer, et l'on soumet le tout à la flamme du chalumeau; si cette matière en contient, la perle s'entoure d'une belle flamme bleue un peu purpurine.

Acide iodique.

Soumis à la même épreuve, la coloration de la flamme est d'un vert foncé magnifique.

Acide fluorhydrique.

Lorsque le minéral est très-riche en acide on le mêle avec du sel de phosphore, préalablement fondu, et l'on chauffe le mélange vers l'extremité du tube ouvert, de manière à faire entrer dans le tube une partie de la flamme. Il se dégage alors de l'acide fluorhydrique que l'on reconnaît tant à l'action corrosive qu'il exerce sur le verre, qu'à son odeur propre. Si l'on expose du papier de Fernambouc à l'embouchure du courant d'air, ce papier jaunit aussitôt.

Si au contraire le minéral est peu fluoré, on chauffe la matière d'essai dans un *tube fermé* après y avoir introduit un papier de Fernambouc humide. Un anneau terne de silice se forme sur le verre à une petite distance de la matière d'essai; enfin l'extrémité du morceau de papier devient jaune.

Acide phosphorique.

Pour reconnaître la présence de cet acide, on dissout la matière d'essai dans de l'acide borique, et lorsque la fusion des deux substances s'est bien opérée, on enfonce dans la boule d'essai un petit bout de fil d'acier, un peu plus long que le

diamètre de la boule, puis on fait une forte flamme de réduction.

Pendant le refroidissement, on aperçoit vers la base du globule un éclat igné provenant de la cristallisation du phosphure de fer.

Après le refroidissement complet, on porte la boule sur l'enclume, et après l'avoir enveloppée d'un morceau de papier, on la frappe légèrement avec le marteau. On opère ainsi la séparation du phosphure de fer qui se présente sous la forme d'un culot métallique cassant, magnétique, et dont la cassure a la couleur du fer.

Il faut cependant s'assurer premièrement si le minerai ne contient ni acide sulfurique, ni acide arsénique, ni des oxydes métalliques susceptibles de se combiner au fer et de se résoudre en boule.

Acide carbonique.

On ne connaît encore aucun réactif par la voie sèche qui puisse remplacer le procédé si simple de l'essai par une goutte d'acide chlorhydrique ou azotique.

Hydrates.

On reconnaît ces composés par la calcination dans un tube fermé; ils donnent de l'eau qui se condense dans la partie supérieure.

Silicates.

Ils sont décomposés par le sel de phosphore qui se combine avec la base et laisse l'acide silicique libre sous forme d'un nuage blanc; lorsque l'acide est en petite quantité il se dissout en entier dans le fondant. Lorsqu'une substance traitée par la soude fond avec effervescence et donne naissance à un verre transparent, après le refroidissement on a affaire à l'acide silicique ou à des silicates.

CHAPITRE V.

RÉACTIONS CARACTÉRISTIQUES DES MINÉRAUX SOUS L'ACTION DU CHALUMEAU.

En commençant ces chapitres, nous devons prévenir que nous avons suivi la classification du *Manuel de Minéralogie*, de l'*Encyclopédie-Roret*, par Huot, 2 vol. Les chiffres indiqués en tête de chaque article renvoient à la page du *Manuel de Minéralogie* qui donne les caractères physiques du minéral.

PREMIÈRE DIVISION.

CORPS INORGANIQUES.

CLASSE Ire. — GAZOLITES.

1. Genre *Carbone*.

1. Espèce *Graphite* (page 164).

Seul sur le platine, il brûle peu à peu, sans répandre ni odeur, ni fumée.

Sur la feuille de platine réduit en poudre, mêlé de salpêtre et chauffé au feu d'oxydation, il détonne et laisse un résidu de carbonate de potassium.

2. Genre *Bore*.

2. Espèce *Sassoline* (page 166).

Seule sur le charbon, elle fond et donne un verre transparent. Si elle contient du gypse, le verre est opaque à froid.

3. Genre *Sélénium*.

3. Espèce *Berzéline* (page 171).

Seule sur le charbon, elle fond en une boule grise quelque

peu malléable, et développe en même temps une forte odeur de sélénium.

Dans le tube ouvert elle donne à la fois du sélénium qui se sublime sous la forme d'une poudre rouge, et de l'acide sélénieux qui forme, au-delà du dépôt rouge, des cristaux susceptibles de se volatiliser par une douce chaleur.

En traitant la matière grillée par *la soude*, on obtient un grain de cuivre.

4. Espèce *Encharite* (page 172).

Seule sur le charbon, elle entre en fusion, en dégageant une forte odeur de sélénium, et donne un grain métallique gris, doux, mais non malléable.

Coupellé avec le plomb, le grain précédent donne un grain d'argent; l'odeur du sélénium se dégage pendant toute la durée de la conpellation.

Dans le tube ouvert, elle se comporte comme la Berzéline.

4. Genre *Arsenic*.

5. Espèce *Arsenic natif* (page 178).

Seul sur le charbon, il fume en répandant une forte odeur alliacée.

Dans le matras, il se sublime en laissant un petit grain métallique d'argent.

6. Espèce *Réalgar*. (page 179).

Seul sur le charbon, il brûle avec une flamme d'un jaune pâle.

Dans le tube ouvert, il brûle et dépose de l'acide arsénieux sur les parois du tube; il s'évapore sans résidu.

Dans le matras, il fond, bouillonne, et se sublime; le sublimé est jaune sombre ou rouge vif.

7. Espèce. *Orpiment* (page 180).

Se comporte comme le réalgar.

5. Genre *Tellure*.

8. Espèce *Sylvane* (page 182).

Seule sur le charbon, elle se transforme en une boule gris sombre et couvre le charbon d'une fumée blanche qui disparaît en jetant une lueur verte ou bleuâtre par le feu de réduction. Après une longue insufflation, on obtient un grain métallique jaune clair, qui rougit jusqu'au blanc au moment où il se fige.

Dans le tube ouvert, elle dépose une fumée qui est blanche partout; sauf près de la pièce d'essai où elle est grise. Cette fumée se résout en gouttes limpides lorsqu'on les chauffe. Enfin il se dégage une odeur piquante.

9. Espèce *Tétradymite* (page 187).

Sur le charbon, elle se transforme, par la fusion, en une boule métallique, qui colore en bleu la flamme du chalumeau en dégageant une forte odeur de sélénium. Sur le charbon se dépose une auréole blanche, pulvérulente, irisée sur les bords et qui s'évanouit en colorant la flamme du chalumeau en vert.

Dans le tube ouvert, elle fond et dégage en abondance une fumée blanche, qui, après quelque temps de grillage, dépose une substance rougeâtre, du sélénium. Le sublimé blanc est fusible en gouttes claires et transparentes; c'est de l'oxyde de tellure. Il reste dans le tube une boule métallique qui ne dégage plus de fumée et s'entoure d'une masse fondue de couleur brune, qui à froid devient opaque et d'un jaune livide.

10. Espèce *Bornine* (page 186).

Seule dans le tube ouvert, la bornine, sous forme d'écaille, brunit avant de fondre, se convertit en boule par une fonte facile et répand alors une odeur de sélénium, avec d'abondantes fumées blanches qui s'attachent au verre, et est suscep-

tible de fondre en gouttes blanches et transparentes. Le résidu est un globule de bismuth, qui ne fume plus, et qui, par une forte insufflation, s'environne d'une auréole brune d'oxyde.

11. Espèce *Blatterine* (page 189).

Seul sur le charbon, il fume ainsi que le précédent, et forme un dépôt pulvérulent sur le support; ce dépôt est jaune et s'évanouit au feu de réduction en colorant la flamme en bleu. Par une forte insufflation il laisse pour résidu un grain d'or malléable.

Dans le tube ouvert, il fume, jette une odeur très-sensible d'acide sulfureux et donne un sublimé gris dans le voisinage de la partie supérieure de la pièce d'essai, et blanc partout ailleurs. Ce sublimé est du tellurate de plomb. Un peu au-dessus le dépôt présente tous les caractères du tellure.

CLASSE II.— MÉTAUX AUTOPSIDES.

6. Genre *Antimoine*.

12. Espèce *Antimoine natif* (page 190).

Seule sur le charbon, elle fond aisément et dégage une épaisse fumée blanche, qui se dépose sur le charbon en une auréole cristalline. Cette auréole est fusible.

Dans le matras; chauffée à la fusion du verre, elle n'éprouve pas de changement.

Dans le tube ouvert, elle brûle lentement en répandant une fumée blanche qui se dépose dans le tube et qui présente quelques traces de cristallisation. Ce dépôt est volatil par la chaleur.

13. Espèce *Stibine* (page 191).

Seule sur le charbon, elle fond aisément et est complètement absorbée. Le charbon se recouvre en même temps d'une masse noire vitreuse. Peu à peu le métal se réduit dans le charbon et passe à l'état de sous-sulfure.

Dans le tube de verre, elle fournit au commencement beaucoup d'acide antimonieux, puis il y a ensuite sublimation d'un mélange de cet acide et d'oxyde d'antimoine. Tout le temps de l'opération il se dégage de l'acide sulfureux.

14. Espèce *Bournonite* (page 195).

Seule sur le charbon, la bournonite fond avec dégagement de fumée, puis se congèle en une boule noire. Exposée à un feu vif, elle se dégage de la fumée de plomb qui forme une auréole jaunâtre autour du culot, et laisse une masse scoriacée qui, essayée par la soude, donne un bouton de cuivre.

Dans le tube, elle dégage de l'acide sulfureux et donne une fnmée blanche épaissse qui se dépose sur la paroi du tube. Ce dépôt n'est ni fusible ni volatil.

15. Espèce *Weisgultigerz clair* (page 199).

Seul dans le matras, il décrépite fortement.

Sur le charbon, il décrépite, fond aisément et donne une auréole d'oxyde de plomb.

Dans le tube ouvert, il se comporte comme la bournonite. Le minéral grillé traité par le flux offre les caractères pyrognostiques du nickel et quelquefois du cobalt.

Avec le borax, on obtient un globule métallique qui, *coupellé* avec du plomb pauvre, donne un bouton d'argent pur.

16. Espèce *Weisgultigerz sombre* (page 199).

Sur le charbon, se comporte comme le précédent.

Dans le tube ouvert, il se comporte de même.

La masse grillée traitée *par le borax* donne les couleurs caractéristiques du fer et un bouton de plomb.

En coupellant ce bouton de plomb, on obtient de l'argent pour résidu.

17. Espèce *Exitèle* (page 200).

Seule sur le charbon, elle fond facilement et se sublime sous

forme d'une fumée blanche. La flamme est colorée en verdâtre.

Dans le tube ouvert, elle se volatilise et se dépose sur le tube. Le dépôt est volatil.

Dans le matras, elle est volatile.

18. Espèce *Stibiconise* (page 200).

Seule dans le matras, la stibiconise dégage de l'eau.

Sur le charbon, elle n'est pas réductible, mais donne un léger dépôt blanc d'oxyde d'antimoine.

Avec la soude sur le charbon, elle est réductible en antimoine métallique.

19. Espèce *Kermès* (page 201).

Se comporte comme la stibine.

20. Espèce *Antimonickel* (page 202).

Dans le tube ouvert, il dégage une abondante fumée d'antimoine et une légère odeur d'acide sulfureux. Un papier de Fernambouc introduit dans le tube est blanchi.

Dans le matras, il donne une petite quantité d'un sublimé blanc.

Sur le charbon, il fond et fume considérablement; quelquefois il dégage une légère odeur d'arsenic. La boule métallique est toujours fusible et non malléable, quelque long que soit le grillage.

Traité par la soude sur le charbon, le verre devient de la couleur rouge du foie de soufre.

Par le borax, le verre devient bleu de cobalt.

21. Espèce *Arseniure d'antimoine* (page 203).

Seul dans le matras, il donne beaucoup d'arsenic métallique, puis il entre en fusion et cesse de donner du sublimé.

Sur le charbon, le résidu de la précédente opération donne la fumée d'antimoine avec une forte odeur arsenicale.

7. Genre *Étain.*

22. Espèce *Stannine* (page 204).

Seule sur le charbon, elle fond à une haute température et répand une odeur d'acide sulfureux au feu d'oxydation; sa surface devient d'un blanc de neige, et le charbon se reconvre d'une poussière blanche; cette poussière est contiguë à la boule, et elle n'est pas sublimable.

Dans le tube ouvert, ce minéral dégage une forte odeur d'acide sulfureux et devient en partie blanc; la poussière blanche n'est ni volatile ni fusible.

Au feu d'oxydation avec *la soude* et *le borax*, le minéral grillé donne un globule de cuivre métallique, livide, dur et peu malléable.

23. Espèce *Cassitérite* (page 205).

Seule sur le charbon, la cassitérite ne change pas; mais en l'exposant à un bon feu de réduction on peut la ramener à l'état métallique sans le secours d'aucun fondant.

Avec le borax, la fusion est très-difficile et donne un verre transparent à chaud et à froid. Si le verre est saturé d'oxyde, on peut, après un refroidissement complet, le rendre opaque en le réchauffant et lui donner une apparence cristalline confuse.

Avec le sel de phosphore, la cassitérite fond difficilement et en petite quantité, en donnant un verre transparent et incolore; la présence de l'arsenic rend le verre opaque.

Avec la soude sur le fil de platine, une vive effervescence se manifeste. Le résultat est une masse boursoufflée, infusible même dans un excès de soude.

Sur le charbon avec la soude, le métal est facilement réduit.

8. Genre *Tantale.*

24. Espèce *Columbite* (page 206).

A. *Columbite de Brodbo.*

Seule, elle est inaltérable.

Avec le borax, elle se dissout lentement, mais d'une manière complète. Le verre à un certain degré de saturation devient d'un gris-blanc au flamber, et saturé en grand excès il devient opaque par le refroidissement. Transparent, il est vert bouteille pâle.

Avec le sel de phosphore, elle se dissout lentement en se teignant en vert bouteille au feu d'oxydation et en rouge au feu de réduction. Cette couleur augmente à froid et dénote la présence de l'acide tungstique.

Avec la soude sur le platine, on obtient les réactions du manganèse.

Avec la soude et le borax sur le charbon, on obtient un bouton d'étain métallique.

B. *Columbite de Fimbo.*

Essayée par les réactifs précédents, elle donne les mêmes réactions que celle de Brodbo; mais traitée par la *soude* et *le borax*, elle donne une quantité considérable d'étain.

La présence du tantale est reconnue par la coloration en vert bouteille du verre de borax et par l'aspect d'émail que ce même verre prend au flamber.

25. Espèce *Tantalite* (page 207).

Seule sur le charbon, elle n'éprouve pas de changement.

Avec le borax, elle se dissout lentement, mais complètement. Le verre est teinté en vert bouteille par le fer et devient gris-blanc au flamber, à un certain degré de saturation. S'il y a grand excès du minéral, le verre devient opaque en refroidissant.

Avec le sel de phosphore, elle se dissout lentement, et n'offre que la couleur vert bouteille du fer. Au feu de réduction, le verre ne se colore point en rouge, signe de l'absence de l'acide tungstique.

Avec la soude sur la feuille de platine, elle offre la réaction

du manganèse. Sur le charbon, en ajoutant à la masse un peu de borax qui dissout le composé de tantale et empêche que l'oxyde de fer ne se réduise, on obtient par l'essai de réduction ordinaire une petite quantité d'étain.

26. Espèce *Baierine* (page 208).

A. *Columbite de Bodemnais.*

Seule sur le charbon, elle n'éprouve aucune altération.

Avec le borax, elle se dissout aisément en un verre de couleur noire ou vert-bouteille, très-sombre et presque sans transparence. Il ne devient point opaque au flamber avant d'avoir acquis une couleur de fer tellement intense qu'il ne puisse plus transmettre la lumière.

Avec le sel de phosphore, elle donne, par une dissolution lente, un verre fortement coloré par le fer et dans lequel on ne peut découvrir aucune trace de tungstène.

Avec la soude sur la feuille de platine, elle offre la réaction du manganèse.

Avec la soude et le borax, on obtient, à l'essai de réduction, quelques traces d'étain.

27. Espèce *Torrélite* (page 210).

Cette substance se comporte avec le borax comme la columbite de Bodemnais, et avec le sel de phosphore comme celle de Brodbo.

28. Espèce *Yttrotantales* (page 210).

Seuls dans le matras, ils dégagent de l'eau et deviennent jaunes s'ils étaient noirs. Quelques-uns deviennent mouchetés. Chauffés au rouge, ils blanchissent, et la substance du matras est attaquée au-dessus de la matière d'essai. L'eau qui se dégage alors jaunit le papier de Fernambouc, puis le blanchit.

Avec le borax, ils se dissolvent en un verre presque incolore, qui, à un certain degré de saturation, peut devenir opaque

par le flamber, et qui, à un degré de saturation plus élevé, devient opaque lui-même.

Avec le sel de phosphore, ils commencent par se décomposer; il reste un squelette blanc d'acide tantalique qu'on peut dissoudre par une longue insufflation. L'yttrotantale noir donne un verre légèrement rosé par suite de la petite quantité d'acide tantalique qu'il contient. L'yttrotantale jaune donne un verre qui prend, en se refroidissant, une conleur vert-pâle, teinte due à de l'urane.

Avec la soude, ils se décomposent sans se dissoudre. Sur la feuille de platine on obtient la réaction du manganèse.

9. Genre *Titane*.

29. Espèce *Rutile* (page 212).

Se comporte comme l'oxyde de titane, mais la conlenr hyacinthe n'est jamais si belle qu'avec l'anatase.

30. Espèce *Anatase* (page 213).

Se comporte comme l'oxyde de titane pur.

31. Espèce *Sphène* (page 214).

Seul dans le matras, il donne un peu d'eau hygrométrique, le sphène jaune n'est point altéré; le brun devient jaune, mais reste transparent.

Sur le charbon, il fond sur les bords en se tuméfiant un peu et donne un verre sombre.

Avec le borax, il se dissout assez facilement en un émail janne clair diaphane, qui brnnit par une nouvelle dose de minerai, mais sans développer la couleur caractéristique du titane.

Avec le sel de phosphore, la dissolution est difficile; à un bon feu de réduction, le verre prend la couleur caractéristique du titane. Après une longue insufflation, le verre devient opalin par le refroidissement.

Avec la soude, le verre obtenu est opaque; il ressemble à l'émail obtenu avec l'oxyde de titane. Si l'on ajoute un excès de soude, le verre passe dans le charbon et donne du fer à la flamme de réduction.

10. Genre *Molybdène*.

32. Espèce *Molybdénocre* (page 217).

Il se comporte comme l'acide molybdique pur; avec la soude sur le charbon, il passe dans le support et laisse un résidu d'oxyde de fer à la surface.

33. Espèce *Molybdénite* (page 218).

Seule sur le charbon, elle dégage sur le charbon une odeur d'acide sulfureux, fume, et laisse un dépôt pulvérulent sur la surface du support, surtout au commencement; elle est extrêmement difficile à fondre.

Avec le salpêtre, elle détonne, fulmine sur le platine et se dissout dans le sel fondu, en donnant pour résidu quelques flocons jaunes de molybdate de fer.

Dans le tube ouvert, il n'y a point de sublimé; mais le verre s'obscurcit dans le voisinage de la pièce d'essai.

11. Genre *Tungstène*.

34. Espèce *Schéelitine* (page 219).

Seule dans le matras, elle n'éprouve pas de changement.

Sur le charbon, elle fond sur les bords et donne un verre demi-transparent par une forte insufflation.

Avec le borax, elle se convertit facilement en un verre transparent qui devient opaque, blanc de lait, cristallin et ne se colore pas même avec l'étain au feu de réduction.

Avec le sel de phosphore, on obtient facilement un verre transparent et incolore à la flamme d'oxydation; au feu de réduction, le verre se colore en vert et conserve cette teinte

tant que la chaleur dure; à froid il est bleu. Par l'étain le verre devient plus sombre. Par une longue insufflation avec une assez grande quantité d'étain, le tungstène se réduit, et le verre est jaune-verdâtre très-pâle.

Avec la soude, la schéelitine forme une scorie tumescente blanche, arrondie sur les bords.

12. Genre *Chrôme*.

35. Espèce *Chrômocre* (page 222).

Se comporte avec les flux comme l'oxyde pur de chrôme. Il reste souvent dans l'émail des flocons blancs d'acide silicique, provenant de la gangue.

13. Genre *Manganèse*.

36. Espèce *Alabandine* (page 223).

Seule dans le matras, elle n'éprouve pas de changement.

Dans le tube ouvert, le grillage est long et difficile sans émission de sublimé. La matière d'essai est d'un vert clair à la surface et non altérée intérieurement.

Sur le charbon, après un moment de grillage, on peut, à un bon feu de réduction, fondre les parties minces du morceau d'essai, et on obtient ainsi une scorie brunâtre.

Avec le borax, elle se dissout difficilement en un verre qui prend, en refroidissant, une faible teinte jaunâtre, puis, lorsque toute la pièce d'essai est dissoute, on obtient un verre violet.

Dans le sel de phosphore, l'alabandine se dissout avec une vive effervescence et un abondant dégagement de gaz; c'est du sulfure de phosphore. Pendant ce dégagement le verre liquide est transparent et incolore, puis, à froid, il devient jaune. Lorsque toute la matière est dissoute, le verre devient clair et incolore au feu de réduction, et améthyste au feu d'oxydation.

Avec la soude, elle se dissout imparfaitement. Le charbon absorbe une partie du produit, et il reste à la surface une scorie grise à demi fondue.

37. Espèce *Acerdèse* (page 225).

Seule dans le matras, l'acerdèse donne de l'eau en abondance.

Avec les flux, elle se comporte comme le péroxyde de manganèse.

38. Espèce *Pyrolusite* (page 227).

Seule dans le matras, lorsqu'elle est pure, elle n'éprouve pas de changement sensible.

Seule sur le charbon, elle devient d'un brun rouge foncé au feu de réduction.

Avec le borax et le sel de phosphore, la pyrolusite se dissout avec une vive effervescence, et se comporte ensuite comme le péroxyde pur.

Si la pyrolusite contient du fer, on le reconnaît en exposant le verre de borax à un bon feu de réduction qui ne laisse d'apparente que la couleur du fer.

39. Espèce *Triplite* (page 229).

Seule dans le matras, elle donne un peu d'eau, qui réagit sur le papier de tournesol en le virant au rouge, et qui jaunit le papier de fernambouc. La transparence du verre n'est pas altérée.

Dans le tube ouvert, en dirigeant la flamme de la lampe dans l'intérieur du tube, les parois en deviennent opaques par place par suite d'un dépôt de silice.

Sur le charbon, la fusion est très-facile et s'opère avec boursoufflement. Le verre est noir, métallique et très-magnétique.

Avec le borax, la dissolution est aisée. Au feu d'oxydation,

la couleur améthyste se développe, et au feu de réduction, celle du fer.

Avec le sel de phosphore, elle se dissout aisément.

L'*acide borique* dissout la triplite. Si dans la masse on introduit un petit fil d'acier, on obtient du phosphate de fer.

Avec la soude, la dissolution s'opère sur le charbon et donne, au feu de réduction, une petite quantité de phosphure de fer. En agissant sur la feuille de platine, la couleur verte caractéristique du manganèse se présente.

40. Espèce *Diallogite* (page 231).

Seule dans le matras, elle rend un peu d'eau et décrépite violemment. L'acide carbonique se dégage ensuite, et la pièce d'essai prend la couleur gris-verdâtre.

Sur le charbon, elle devient noire, et, au feu de réduction, elle donne la réaction de la chaux caustique sur les papiers réactifs.

Avec les flux, se comporte comme l'oxyde de manganèse légèrement ferrugineux.

41. Espèce *Rhodonite* (page 232).

Seule dans le matras, elle n'éprouve aucun changement.

Sur le charbon, elle ne s'altère qu'en commençant à fondre et elle donne alors un verre demi-transparent rose, par le feu de réduction. Au feu d'oxydation, ce verre forme une boule noire, qui a le brillant métallique, et dont la couleur disparaît au feu de réduction.

Avec le borax, elle donne une dissolution incolore au feu de réduction, et un émail améthyste au feu d'oxydation.

Avec le sel de phosphore, la dissolution est difficile. Le résultat est un squelette de silice et un verre incolore qui devient améthyste au feu d'oxydation.

Avec la soude, elle se dissout en un verre noir; si la dose

de soude est forte, on obtient une scorie noire de fusion difficile, et si la dose est plus grande, tout passe dans le charbon.

42. Espèce *Marceline* (page 236).

Seule dans le matras, elle ne change pas d'aspect.

Sur le charbon, elle fond sur les bords et devient gris-noir.

Avec le borax, elle se dissout facilement. Elle présente à la flamme extérieure une couleur améthyste, et au feu d'oxydation, elle donne une petite teinte de fer.

Dans le sel de phosphore, la marceline se dissout aisément et sans effervescence, en donnant une forte couleur améthyste. Au feu de réduction, le verre devient incolore et laisse un résidu de silice. Le verre devient opalin à froid.

Avec la soude, il n'y a pas de dissolntion.

43. Espèce *Opsimose* (page 234).

Seule dans le matras, elle donne une grande quantité d'eau et dégage ensuite un gaz empyreumatique; sa couleur en même temps devient d'un gris-clair. Au rouge elle se gonfle et s'éclaircit encore.

Sur le charbon, l'opsimose se gonfle et donne un verre qui, au feu de réduction, est vert-bouteille. Ce verre chauffé au feu d'oxydation noircit et prend l'éclat métallique.

Avec le borax, on obtient, par une dissolution facile, un verre qui devient améthyste au feu d'oxydation, et qui donne la coloration du fer au feu de réduction.

Avec le sel de phosphore, elle se dissout en un verre incolore qui, au feu d'oxydation, devient améthyste et qui contient intérieurement un squelette siliceux.

Avec un peu de soude, elle se dissout en un verre noir; si la proportion de soude est plus forte, le flux passe dans le charbon, et une scorie noire reste à la surface.

44. Espèce *Pyrodmalithe* (page 236).

Seule dans le matras, elle donne d'abord de l'eau; puis la

chaleur augmentant, on obtient des gouttelettes jaunes. Ces gouttes rougissent le papier de tournesol; c'est du chlorure de fer.

Sur le charbon, une faible odeur acide se dégage; puis la matière se fond en boule. La surface en est brillante et unie, d'une couleur gris-de-fer.

Avec le borax, elle se dissout aisément en offrant les couleurs caractéristiques du fer.

Avec le sel de phosphore, la dissolution est assez difficile, et le verre reste longtemps obscur à l'intérieur. Enfin, la dissolution étant opérée, le verre est coloré par le fer, et il reste un squelette de silice.

Avec le salpêtre, on obtient la réaction du manganèse.

Avec la soude sur la feuille de platine, la réaction du manganèse se produit.

Avec la soude sur le charbon, elle donne un verre noir qui est absorbé par le charbon, lorsque la dose de soude est forte.

Avec le sel de phosphore cuivreux, la flamme est colorée en bleu-clair, caractéristique des chlorures, mais la coloration est de très-peu de durée.

45. Espèce *Carpholite* (page 237.)

Seule dans le matras, elle dégage de l'eau acide qui attaque le verre et jaunit le papier de fernambouc. Les parois du matras sont ternis çà et là par un dépôt de silice.

Sur le charbon, elle se gonfle d'abord, blanchit, et donne ensuite par une fusion difficile un verre brun et opaque, qui, au feu d'oxydation, devient beaucoup plus sombre qu'à la flamme de réduction.

Avec le borax, elle se dissout en un verre transparent qui devient améthyste au feu d'oxydation, et verdâtre au feu de réduction.

Dans le sel de phosphore, la carpholite se gonfle et donne pour résidu un squelette de silice; mais cette silice se dissout

facilement et donne un verre transparent qui devient opalin à froid. La couleur améthyste se développe au feu d'oxydation.

Avec la soude, elle se gonfle et devient d'un beau vert sur le charbon, sans se dissoudre.

Avec la soude sur la feuille de platine, elle se dissout en une masse d'un vert sombre facile à fondre.

Avec la solution de cobalt, au feu d'oxydation, elle prend une couleur bleu-sombre impure.

46. Espèce *Helvine* (page 237).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau sans que sa couleur ou sa transparence en soient altérées.

Sur le charbon, l'helvine fond en bouillonnant, à la flamme de réduction, et donne une perle opaque, à peu près de la couleur du minéral. A la flamme d'oxydation, elle fond plus difficilement et brunit beaucoup.

Avec le borax, elle se dissout lentement en un verre diaphane qui demeure jaunâtre tant que toute la pièce d'essai n'est pas dissoute, mais qui devient incolore au feu de réduction et violet au feu d'oxydation lorsque tout est dissous.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose assez facilement en un résidu siliceux et en un verre incolore à froid comme à chaud, mais opalissant à froid.

Avec la soude, elle commence par se tuméfier, puis elle fond en boule noire, qui, au feu de réduction, devient brun-châtain sur la feuille de platine, elle se gonfle, se divise et devient brun-châtain sans qu'il y ait coloration de la soude; mais par une longue insufflation, la masse devient d'un vert de manganèse en formant du caméléon minéral.

47. Espèce *Lampadite* (page 378).

Seule dans le matras, elle donne beaucoup d'eau, puis éclate et se divise en décrépitant.

Sur le charbon, elle brunit, mais sans fondre.

Avec le borax, elle se dissout aisément en teignant le verre en améthyste. Au feu de réduction, elle donne un verre transparent et incolore à chaud, rouge et opaque à froid.

Avec le sel de phosphore, la dissolution s'opère facilement et offre les mêmes nuances qu'avec le borax. En exposant un instant au feu d'oxydation le verre incolore du feu de réduction, il prend une belle teinte verte de cuivre et conserve sa transparence à froid.

Avec la soude, elle ne se dissout point.

Avec le flux de soude et de borax, on obtient des grains de cuivre très-reconnaissables.

14. Genre *Fer*.

48. Espèce *Mispickel* (page 247).

Seul dans le matras, il donne un sublimé rouge, puis un sublimé noir; enfin, lorsque le feu est vif, on obtient un sublimé d'arsenic métallique gris et cristallin.

Sur le charbon, il se dégage d'abord une épaisse fumée d'arsenic, puis la matière fond et se convertit en une boule qui ressemble à la pyrite magnétique.

Si le mispickel contenait du cobalt, on s'en apercevrait en le traitant, une fois grillé, par le borax ou le sel de phosphore qui formeraient des émaux bleus.

49. Espèce *Pyrite* (page 248).

Seule dans le matras, elle exhale une odeur d'acide sulfhydrique et donne du soufre. Par une forte insufflation, on obtient sur la fin du grillage un sublimé rougeâtre très-peu volatil.

Sur le charbon, la pyrite se comporte comme la léberkise.

50. Espèce *Léberkise* (page 250).

Seule dans le matras, la léberkise n'éprouve aucune altération.

Dans le tube ouvert, elle dégage de l'acide sulfureux, sans aucun sublimé.

Sur le charbon, la léberkise devient rouge à la flamme d'oxydation et se transforme en péroxyde de fer par la chaleur. Au feu de réduction, elle se résoud en un grain qui brûle après avoir été retiré du feu. A froid la boule est couverte d'un enduit noir, inégal et cristallin. Sa cassure est cristalline, jaune et métallique.

Ces trois espèces, après le grillage, se comportent avec les flux comme le péroxyde de fer.

51. Espèce *Aimant* (page 251).

Se comporte comme le péroxyde de fer. S'il contenait du chrôme ou du titane, on le reconnaîtrait en employant les mêmes procédés que pour le fer chrômé et le fer titané.

52. Espèce *Craitonite* (page 228).

Seule, elle est infusible et inaltérable.

Avec les flux, se comporte comme l'oxydule de fer pur, mais dans le *sel de phosphore*, à la flamme de réduction, on voit apparaître une couleur rouge plus ou moins foncée, surtout à froid.

Se comportent de même la Nigrine, la Ménakanite, l'Isérine et toutes les mines de fer magnétiques à cassure vitreuse.

53. Espèce *Oligiste* (page 257).

Elle se comporte comme le péroxyde de fer pur.

54. Espèce *Limonite* (page 259).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau et devient rouge.

Avec les flux, elle donne les mêmes réactions que l'oxyde de fer.

55. Espèce *Mélantérie* (page 263).

56. Espèce *Néoplase* (page 263).

Seules dans le matras, elles donnent de l'eau, et au rouge, de

l'acide sulfureux, reconnaissable à son odeur et à son action sur les papiers réactifs.

Avec les flux, après avoir été rougis, elles se comportent comme l'oxyde de fer. Enfin par la soude on obtient des globules de sulfure de fer, et la couleur de l'hépar se développe.

57. Espèce *Pittzite* (page 264).

Se comporte comme la mélanthérie et la néoplase.

58. Espèce *Vivianite* (page 266).

Seule dans le matras, elle donne beaucoup d'eau; elle se boursouffle et se jaspe de taches grises et rouges.

Sur le charbon, elle se boursouffle, en devenant rouge, et se résout ensuite en un grain d'un gris d'acier métallique.

Avec le borax et le sel de phosphore, elle se comporte comme l'oxyde de fer.

Avec la soude sur le charbon, elle donne au feu de réduction des grains attirables à l'aimant.

Avec l'acide borique, la dissolution est aisée, et par l'addition d'un fil d'acier on obtient un bouton de phosphure de fer.

59. Espèce *Stilpnosidérite* (page 270).

60. Espèce *Lépidokrokite* (page 261).

Seules dans le matras, elles donnent de l'eau et pour résidu du péroxyde de fer.

Avec le sel de phosphore, elles se dissolvent et donnent avec l'étain, sous un bon feu de réduction, quelques traces de cuivre.

61. Espèce *Sidérose* (page 271).

Seule dans le matras, elle ne donne pas d'eau; quelques échantillons décrépitent avec force. La substance noircit et donne de l'oxydule de fer attirable à l'aimant.

Avec les flux, se comporte comme le péroxyde de fer.

62. Espèce *Liévrite* (page 274).

Seule dans le matras, elle dégage de l'eau.

Sur le charbon, elle fond aisément en une boule noire, qui devient vitreuse au feu d'oxydation. Au feu de réduction, sa surface devient mate, et elle acquiert la propriété d'être attirée par l'aimant, ce qui n'arrive pas lorsqu'elle a été chauffée au rouge.

Avec le borax, elle se dissout facilement en un verre sombre, presque opaque et coloré par le fer.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose et laisse un squelette de silice, en produisant un verre fortement coloré par le fer.

Avec la soude, elle fond en un verre noir. Sur la feuille, elle offre des signes d'un contenu de manganèse.

63. Espèce *Pharmacosidérite* (page 284).

Seule dans le matras, elle dégage de l'eau et devient rouge. Fortement chauffée, elle donne un léger sublimé d'arsenic blanc, en se boursouflant un peu et devenant rouge par le refroidissement. La poudre en est rouge.

Sur le charbon et avec les flux, elle se comporte comme la scorodite.

64. Espèce *Scorodite* (page 286).

Seule dans le matras, elle dégage de l'eau, et devient d'un gris-blanc ou jaunâtre. Exposée à une forte chaleur, elle dégage de l'acide arsénieux qui se sublime en petits cristaux blancs et brillants, tandis que la masse noircit. Après le refroidissement elle offre çà et là des taches, les unes rouges, les autres d'un vert sombre. La poudre est jaune-gris clair.

Sur le charbon, elle répand une abondante fumée blanche d'arsenic, et se fond au feu de réduction en une scorie grise métallique, brillante et magnétique, qui offre, en se dissolvant dans les flux, les réactions du fer, avec une forte odeur d'arsenic.

65. Espèce *Sidérétine* (page 286).

Seule dans le matras, elle donne une grande quantité d'eau. Au rouge naissant elle dégage de l'acide sulfureux. Pas de sublimé.

Sur le charbon, la matière d'essai se contracte, dégage une épaisse fumée blanche et une forte odeur d'arsenic.

Dans le sel de phosphore, elle se dissout, puis, exposée au feu de réduction, jusqu'à cessation de tout dégagement de fumée arsenicale, elle donne avec un peu d'étain une perle rouge, colorée par le cuivre.

66. Espèce *Sidérochrôme* (page 287).

Seul, il est inaltérable. Les espèces non magnétiques le deviennent par l'action du feu de réduction.

Avec le borax et le sel de phosphore, la dissolution est lente, mais complète. La couleur caractéristique du fer est seule apparente, tandis que la matière est encore chaude ; mais par le refroidissement c'est le vert de chrôme qui se développe.

La soude ne dissout pas le sidérochrôme et n'est point colorée par lui. Au feu de réduction on obtient sur le charbon du fer métallique.

67. Espèce *Wolfram* (page 289).

Seul dans le matras, il décrépite parfois un peu et rend une petite quantité d'eau.

Sur le charbon, on peut, au moyen d'un bon feu, le résoudre en boule dont la surface est cristallisée, lamelleuse et d'un gris de fer métallique.

Avec le borax, il se dissout facilement et donne les réactions caractéristiques du fer.

Avec le sel de phosphore, il se dissout facilement. Le verre est teinté par le fer au feu d'oxydation. Au feu de réduction, il devient d'un rouge sombre. Si l'on ajoute de l'étain, la couleur devient verte.

Avec la soude, il se décompose et tombe en poussière sur la feuille de platine. Sur le charbon, la réduction est facile et donne pour résultat un alliage de tungstène et de fer.

15. Genre *Cérium*.

68. Espèce *Cérine* (page 291).

Seule dans le matras, elle dégage un peu d'eau sans changer d'aspect, puis elle fond aisément avec boursouflement en une boule de verre noire, éclatante.

Dans le borax, elle se dissout facilement en un verre noir et opaque qui, au feu de réduction, devient rouge sanguin à chaud et jaune sombre à froid.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose et laisse un squelette opaque de silice. A chaud, le verre est teinté par le fer, à froid il est incolore et opalin.

Avec la soude, il se dissout en un verre noir.

69. Espèce *Orthite* (page 292).

Seule dans le matras, elle dégage de l'eau, et sa couleur s'éclaircit.

Sur le charbon, elle se boursouffle, devient jaune brun et se résout en un verre noir, bulleux, avec un grand bouillonnement.

Avec le borax, elle se dissout aisément. Le verre est à chaud d'un jaune sanguin, jaune à froid. Il dénote le fer au feu de réduction.

Dans le sel de phosphore, elle se décompose.

Avec la soude, elle se tuméfie. Avec peu de soude, elle se fond; avec une plus forte proportion, elle gonfle, et se transforme en une scorie d'un jaune grisâtre. Sur la feuille de platine, elle donne les caractères du manganèse.

70. Espèce *Pyrorthite* (page 293).

Seule dans le matras, elle donne beaucoup d'eau. La matière est d'un noir intense.

Sur le charbon, à un feu modéré, puis rougie en un point, elle prend feu; livrée à elle-même, elle continue ensuite à briller sans flamme et sans fumée. Le résidu est blanc ou grisâtre.

Avec le borax, elle se dissout facilement en un verre qui offre les mêmes phénomènes que l'orthite traitée par la soude.

Avec le sel de phosphore, la solution s'opère facilement. La pièce poreuse demeure à la surface de la boule tant qu'elle est en fusion et s'y introduit pendant le refroidissement. En chauffant de nouveau, la matière poreuse revient à la surface.

Avec la soude, elle présente les mêmes phénomènes que l'orthite.

71. Espèce *Cérérite* (page 294).

Seule dans le matras, elle dégage de l'eau, et devient tout-à-fait opaque; sur le charbon, elle se fendille, mais sans entrer en fusion.

Avec le borax, elle se dissout lentement; au feu d'oxydation, on obtient un verre orangé foncé dont la teinte s'éclaircit durant le refroidissement et devient enfin jaune clair. Au flamber, il devient blanc d'émail.

Avec le sel de phosphore, l'oxyde de cérium se dissout en donnant les caractères qui lui appartiennent. Le verre est incolore à froid et tient en suspension un squelette blanc et opaque de silice.

Avec la soude, elle fond à demi sans se dissoudre en donnant une masse scoriacée de couleur orangée.

16. Genre *Lantane.*

17. Genre *Cadmium.*

18. Genre *Zinc.*

72. Espèce *Blende* (page 297).

Seule, elle décrépite quelquefois avec force et subit l'ignition sans altération remarquable. Elle ne fond pas, mais s'arrondit un peu dans les parties les plus minces de ses bords, sous l'action du feu le plus ardent que l'on puisse produire. Il se dégage une odeur très-faible d'acide sulfureux.

Dans le tube ouvert, elle ne dégage point de fumée et s'altère peu.

Sur le charbon, elle forme un dépôt annulaire d'oxyde, lorsqu'on la chauffe rapidement au feu d'oxydation.

Avec la soude, elle est faiblement attaquée; le zinc se rédnit et brûle sous une bonne flamme avec dépôt d'oxyde sur le charbon.

73. Espèce *Ancramite* (page 299).

Seule, elle s'obscurcit à chaud. Au feu de réduction, le charbon se recouvre d'une auréole d'oxyde.

Avec le borax, la dissolution est aisée et donne la teinte violette du manganèse à la flamme d'oxydation. Au flamber, ou par le refroidissement, le verre saturé devient opaque.

Avec le sel de phosphore, elle se dissout facilement en un verre incolore. La couleur du manganèse ne se développe que lorsque le verre est tellement saturé qu'il devient opaque par le refroidissement.

Avec la soude, la matière est insoluble.

Sur la feuille de platine avec la soude, il y a coloration vert pâle de manganèse.

74. Espèce *Smithsonite* (page 300).

Seule, elle ne rend point d'eau, mais devient semblable à un émail blanc.

Avec le flux, se comporte comme l'oxyde de zinc.

Si la smithsonite contient du cadmium, elle s'entoure, au premier coup de feu, d'un anneau rouge ou orangé, surtout sensible après le parfait refroidissement du charbon.

75. Espèce *Smithsonite cuprifère* (page 301).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau; sa couleur verte se change en noir. Elle offre avec les flux les réactions du cuivre; mais les verres deviennent opaques par le refroidissement, à cause de l'oxyde de zinc qu'elle contient.

Avec la soude, on obtient, au feu de réduction, un bouton de cuivre, et le charbon s'entoure d'une auréole d'oxyde de zinc.

76. Espèce *Calamine* (page 301).

Seule dans le matras, elle décrépite un peu, puis dégage de l'eau et devient blanc laiteux. Elle gonfle un peu, mais sans fondre.

Avec le borax, elle se dissout en un verre incolore, qui ne devient laiteux ni par le flamber, ni par le refroidissement.

Avec le sel de phospore, elle donne un verre incolore qui devient opaque par le refroidissement.

Avec la soude, elle ne se dissout point, mais se gonfle en dégageant à peine un peu d'oxyde de zinc.

Avec la solution de cobalt, elle se colore en vert à une assez basse température; mais à un feu vif, la matière devient sur les bords d'un bleu clair, dont la nuance est très-belle; on aperçoit en même temps un commencement de fusion, et la couleur bleue s'étend un peu à la partie non fondue.

77. Espèce *Gahnite* (page 302).

Seule, elle n'éprouve pas de changement.

Avec le borax et le sel de phosphore, elle se dissout si difficilement qu'elle semble inattaquable par ces flux.

Avec la soude, elle est infusible, mais se soude en une scorie de couleur sombre.

Avec la soude et réduite en poudre très-fine, elle donne au feu de réduction une auréole de fumée de zinc qui entoure la matière d'essai.

Avec un mélange de soude et de borax, elle se dissout en un verre transparent coloré par le fer.

78. Espèce *Gallizinite* (page 304).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau.

Dans le matras avec de la poussière de charbon, elle donne de l'acide sulfureux en grande quantité.

Avec le verre de silice et de soude, l'émail se colore par le soufre.

Avec les flux, elle se comporte comme l'oxyde de zinc, mais elle offre en outre la réaction du fer.

19. Genre *Urane*.

79. Espèce *Péchurane* (page 305).

Seul, il ne fond ni ne s'altère; mais, entre les pincettes, il colore en vert la flamme extérieure.

Avec le borax et le sel de phosphore, il se comporte comme l'oxyde d'urane pur.

Avec la soude, il ne se dissout pas, mais donne au feu de réduction des grains métalliques blancs de fer et de plomb.

80. Espèce *Uraconise* (page 306).

Seul dans le matras, il donne de l'eau et devient rouge tant qu'il est chaud.

Seul, au feu de réduction, il verdit sans fondre.

Avec les flux, se comporte comme l'oxyde d'urane pur.

81. Espèce *Uranite* (page 307).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau et devient jaune paille et opaque.

Sur le charbon, elle se tuméfie légèrement, et se résout en une boule noire dont la surface est à demi-cristalline.

Avec le borax et le sel de phosphore, elle donne, par une dissolution facile, un verre transparent qui est jaune sombre au feu d'oxydation et d'un beau vert au feu de réduction. Avec l'étain, l'uranite jaune donne, par le refroidissement, un verre rouge et opaque.

Avec la soude, elle ne se dissout point, mais donne une scorie jaune.

82. Espèce *Chalkolite* (page 308).

Seule dans le matras, elle dégage de l'eau et devient rougeâtre. A un bon feu sur le charbon, elle entre en fusion et donne un émail noir.

Avec les flux, elle se comporte comme l'uranite.

Avec la soude, elle dégage de la fumée de plomb et donne des grains blancs métalliques.

20. Genre *Cobalt*.

83. Espèce *Cobaldine* (page 309).

Seule dans le matras, elle ne décrépite pas et il n'y a nul dégagement gazeux ou solide.

Dans le tube ouvert, elle donne de l'acide sulfureux et un peu de sublimé blanc d'acide sulfurique.

Sur le charbon, elle fond en une boule grise après avoir été grillée. Il est difficile de la débarrasser entièrement du soufre qu'elle peut encore contenir.

Avec les flux, elle se comporte après le grillage comme l'oxyde de cobalt.

84. Espèce *Cobaltine* (page 310).

Seule dans le matras, elle n'éprouve pas de changement.

Dans le tube ouvert, elle se grille difficilement et ne donne d'acide arsénieux qu'à un feu vif. Elle donne une odeur d'acide sulfureux et blanchit le papier de Fernambouc.

Sur le charbon, elle fume, puis bientôt après fond.

Avec les flux après le grillage, se comporte comme l'oxyde de cobalt.

85. Espèce *Smaltine* (page 311).

Seule dans le matras, elle dégage de l'eau et se rembrunit.

Sur le charbon, elle fume abondamment et dégage une odeur d'arsenic. A un bon feu de réduction, elle fond.

Avec les flux, elle donne un verre bleu.

86. Espèce *Cobaltide* (page 312).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau empyreumatique.

Sur le charbon, elle donne une faible odeur d'arsenic, mais sans fondre.

Avec le borax et le sel de phosphore, elle se dissout en donnant un verre bleu si foncé que cette teinte cache toute autre réaction.

Avec la soude, elle est infusible. Sur le fil de platine, la masse est d'un vert sombre de manganèse.

87. Espèce *Erythrine* (page 313).

Seule dans le matras, elle dégage de l'eau, se rembrunit, mais ne dégage pas de sublimé.

Sur le charbon, elle fume abondamment et dégage une odeur arsenicale. Elle est fusible à un bon feu de réduction.

Avec les flux, se comporte comme la smaltine.

88. Espèce *Rhodoïse* (page 313).

Seule dans le matras, elle donne beaucoup d'acide arsénieux.

Dans le tube ouvert, elle se comporte de même.

Avec les flux, elle se comporte comme l'érythrine.

21. Genre *Nickel*.

89. Espèce *Harkise* (page 315).

Seule dans le tube ouvert, elle donne de l'acide sulfureux, qui blanchit le papier de Fernambouc, puis devient noire, mais sans changer de forme.

Sur le charbon, elle donne, au moyen d'une longue insufflation, une masse conglomérée, à demi-fondue, métallique, malléable et magnétique, qui est du nickel.

Avec le verre de soude et de silice, elle donne la couleur du foie de soufre avant le grillage.

Avec les flux, après avoir été grillée, elle se comporte comme l'oxyde de nickel.

90. Espèce *Disomose* (page 316).

Seule dans le matras, elle décrépite fortement, et au rouge elle donne une grande quantité de sublimé de sulfure d'arsenic. Le résidu se comporte avec les flux comme la nickéline.

En réduisant le nickel, le verre exposé au feu d'oxydation donne la réaction du cobalt.

91. Espèce *Nickéline* (page 316).

Dans le matras, elle fond à demi sans dégagement de matières volatiles.

Sur le charbon, elle fond avec dégagement de fumée et odeur d'arsenic et laisse un bouton métallique blanc.

Dans le tube ouvert, elle se grille facilement. Il y a dégagement d'une grande quantité d'acide arsénieux. Le résidu vert jaunâtre grillé de nouveau sur le charbon et traité par un mélange de soude et de borax, donne un grain métallique assez malléable et très-magnétique.

Avec les flux, après le grillage, se comporte comme l'oxyde de nickel. Au feu de réduction, le verre bleuit, signe caractéristique du cobalt.

92. Espèce *Nickelocre* (page 318).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau et prend une couleur sombre.

Sur le charbon, elle dégage une forte odeur arsenicale; elle est fusible en un grain de nickel arsenifère au feu de réduction.

Avec les flux, se comporte comme l'oxyde du nickel, mais dénote la présence du cobalt.

93. Espèce *Pimelite* (page 656).

Seule dans le matras, elle noircit et laisse dégager une eau bitumineuse. Elle est infusible, mais elle se scorifie dans les parties minces et devient gris sombre.

Avec le borax, elle se dissout en donnant la réaction de l'oxyde de nickel, et après la réaction du nickel elle ne donne pas la réaction du cobalt.

Avec le sel de phosphore, elle se dissout à petite dose, en donnant un verre transparent; si on met une plus grande quantité de matière dans l'essai, le verre indique la présence du nickel, et contient un squelette de silice non dissous.

Avec la soude, la fusion est difficile. La masse qui en résulte est scoriacée et à peu près ronde. Une plus grande quantité de soude la fait passer dans le charbon d'où l'on retire par le lavage du nickel réduit.

22. Genre *Cuivre*.

94. Espèce *Chalkosine* (page 320).

Seule sur le charbon, elle dégage une forte odeur d'acide sulfureux et fond aisément à la flamme d'oxydation, en bouillonnant et projetant des gouttes incandescentes. Au feu

de réduction, il se couvre d'une croute et ne peut plus alors entrer en fusion.

Dans le tube ouvert, il se dégage de l'acide sulfureux. La matière brûle en partie, mais sans formation de sublimé.

Par la soude et le borax, la matière grillée donne un grain de cuivre.

95. Espèce *Stromeyerine* (page 321).

Seule dans le tube, elle fond aisément sans fumée et sans dégagement d'acide sulfureux.

Sur le charbon, elle fond avec facilité sans odeur et sans formation de scories. Le bouton est gris, métallique, se colorant légèrement à la surface, demi-malléable, à cassure grise.

Coupellée avec du plomb, elle donne un gros grain d'argent; la coupelle est vert-noirâtre.

96. Espèce *Chalkopyrite* (page 323).

Seule sur le charbon, elle prend, au premier coup de feu, une teinte extérieure sombre. A froid, elle devient rouge. Elle fond plus facilement que la chalkosine et donne un grain qui devient magnétique. Le grain est cassant, rouge-gris dans sa cassure.

Avec le borax, après avoir été grillée, elle donne un grain de cuivre au feu de réduction.

Dans le tube ouvert, elle donne une forte odeur d'acide sulfureux, sans former de sublimé.

Dans le matras, il n'y a pas de sublimé de soufre.

Avec les flux, après le grillage, elle donne des réactions complexes de fer et de cuivre.

Avec la soude, on obtient séparément des globules de fer et de cuivre après un grillage complet.

97. Espèce *Panabase* (page 324).

Seule dans le tube ouvert, elle fond avec dégagement de fumée antimoniale; elle répand une forte odeur d'acide sulfu-

reux; elle blanchit le papier de Fernambouc. Grillée et refroidie, elle se présente sous forme d'une masse noire.

Sur le charbon, il y a dépôt d'antimoine, et le grain, en diminuant, devient gris et malléable.

Avec le borax, après le grillage, elle offre, au bout de quelque temps, les réactions du cuivre.

Avec la soude, le minerai grillé donne un grain malléable de cuivre.

98. Espèce *Tennantite* (page 324).

Seule sur le charbon, elle dégage de l'arsenic, puis laisse une scorie magnétique.

Dans le tube ouvert, il y a dégagement et dépôt d'acide arsénieux.

Avec la soude, après le grillage, elle donne au feu de réduction un grain de cuivre métallique.

Avec les flux, elle offre les réactions caractéristiques du fer et du cuivre.

99. Espèce *Ziguéline* (page 325).

100. Espèce *Mélaconise* (page 326).

Ces deux substances se comportent cemme les oxydes de cuivre.

101. Espèce *Azurite* (page 327).

102. Espèce *Malachite* (page 327).

Seules dans le matras, elles donnent de l'eau et noircissent.

Sur le charbon, elles fondent et se comportent comme l'oxyde de cuivre.

Avec les flux, donnent les réactions de l'oxyde de cuivre.

103. Espèce *Atakamite* (page 329).

Seule à la pince, elle colore fortement la flamme en bleu et ses bords en vert.

Sur le charbon, la même coloration de la flamme est pro-

duite avec formation d'un dépôt rouge pulvérulent. La matière fond et donne un grain de cuivre entouré de scories au feu de réduction.

Avec les flux, elle se comporte comme l'oxyde de cuivre.

104. Espèce *Cyanose* (page 330).

105. Espèce *Brochantite* (page 330).

Seules dans le matras, elles dégagent de l'eau et se décolorent. La cyanose devient blanche, et la brochantite devient noire.

Dans le tube avec de la poussière de charbon, on développe de l'acide sulfureux, reconnaissable à son odeur et à son action sur le papier de Fernambouc.

Avec les flux, elles se comportent comme l'oxyde de cuivre.

106. Espèce *Ypoléime* (page 333).

Seule, elle ne colore pas la flamme et se réduit en poudre sous un feu vif. Elle noircit et fond en un verre noir qui, au centre, présente un grain de cuivre métallique.

Avec le sel de phosphore et le borax, elle se comporte comme l'oxyde de cuivre.

Avec la soude, une petite portion du flux donne une boule liquide. Une plus grande quantité de fondant fait gonfler la masse qui se liquéfie ensuite.

Avec du plomb métallique, on obtient un régule de cuivre métallique, qui s'entoure d'une masse de phosphate de plomb cristallisé à froid.

107. Espèce *Olivénite* (page 334).

Seule dans le matras, elle ne dégage point d'eau et n'est pas altérée. Elle donne des fumées arsenicales.

Sur le charbon, elle fond en donnant au feu de réduction un globule métallique entouré de quelques scories.

Avec le plomb, on obtient du phosphate de plomb blanc qui cristallise par le refroidissement.

108. Espèce *Aphanèse* (page 336).

Seule dans le matras, elle dégage beaucoup d'eau et fond imparfaitement. Elle dégage de l'acide arsénieux.

Sur le charbon, elle se réduit avec détonnation, en donnant une masse de scories qui contiennent des grains métalliques blancs.

Avec les flux, donne les réactions du cuivre.

109. Espèce *Erinite* (page 337).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau, et n'éprouve pas de changement. Il y a dégagement d'acide arsénieux.

Sur le charbon, elle se réduit avec détonnation en pénétrant dans le charbon, d'où l'on retire un grain métallique blanc qui devient rouge à froid. Le grain est blanc à l'intérieur et se casse sous le marteau.

Avec les flux, elle se comporte comme l'oxyde de cuivre.

110. Espèce *Dioptase* (page 339).

Se comporte comme la chrysocole, sauf qu'il faut une plus grande quantité de soude pour la faire passer dans le charbon, et que la réduction de cuivre est si complète, que le verre devient incolore.

111. Espèce *Chrysocole* (page 340).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau et noircit.

Sur le charbon, elle devient noire au feu d'oxydation et rouge au feu de réduction, mais sans fondre.

Avec le borax, elle se dissout aisément en un verre qui offre les réactions du cuivre. Doucement chauffée au feu d'oxydation, elle communique à la flamme une couleur verte de peu de durée; au moyen d'un bon feu de réduction, on

obtient un globule de cuivre métallique, et le verre devient incolore.

Avec le sel de phosphore, elle se dissout en donnant les réactions du cuivre, mais en laissant indissous un squelette de silice.

Avec la soude sur le charbon, elle se dissout en un verre opaque rouge sombre, qui est rouge en dedans à froid et qui recouvre un grain métallique de cuivre. Par une plus forte proportion de soude, le verre pénètre dans le charbon, et laisse du cuivre à la surface.

23. Genre *Plomb*.

112. Espèce *Galène* (page 343).

Seule sur le charbon, elle ne fond qu'après le dégagement du soufre, et l'on voit alors apparaître les grains de plomb.

Avec le plomb à la coupelle, on obtient un globule d'argent lorsque la galène est argentifère.

Dans le tube, la galène dégage du soufre et donne un sublimé blanc de sulfate de plomb qui devient gris par une forte chaleur.

Si la galène est sélénifère, elle développe l'odeur du sélénium; si c'est de l'arsenic, il y a dégagement de sulfure rouge d'arsenic qu'on peut facilement confondre avec le sélénium.

113. Espèce *Massicot* (page 346).

114. Espèce *Minium* (page 347).

Se comportent comme les oxydes analogues de plomb.

115. Espèce *Plomb-gomme* (page 348).

Seul dans le matras, il donne de l'eau et décrépite avec violence.

Sur le charbon, il blanchit, devient opaque, se boursouffle et fond à demi sous un feu ardent.

Avec le borax, il se dissout en un verre incolore et transparent.

Avec le sel de phosphore, la réaction est la même; mais avec une forte proportion, le verre devient opaque à froid.

Avec la soude, il n'y a point de dissolution, mais le plomb est réduit.

Avec la solution de cobalt, le minéral se colore en beau bleu.

116. Espèce *Céruse* (page 318).

Seule dans le matras, elle décrépite fortement et devient jaune à chaud.

Avec les flux, se comporte comme l'oxyde de plomb pur.

117. Espèce *Anglésite* (page 350).

Seule dans le matras, elle décrépite fortement.

Sur le charbon, elle fond au feu d'oxydation en une perle transparente qui devient opaque à froid et laiteuse. Au feu de réduction, elle se réduit en plomb métallique avec une vive effervescence.

Avec le borax, le sel de phosphore et la soude, elle se comporte comme l'oxyde de plomb pur.

Avec le flux de silice et de soude, il donne la couleur de foie de soufre au moment où le verre se refroidit.

118. Espèce *Leadhillite* (page 351).

Seule sur le charbon, elle se gonfle, jaunit, mais redevient blanche à froid. Elle fond en une boule qui blanchit à froid. Elle se réduit en plomb métallique au feu de réduction.

Avec le flux de silice et de soude, elle donne la couleur du foie de soufre.

119. Espèce *Pyromorphyte* (page 353).

Seule sur le charbon, elle fond au feu d'oxydation en un rain cristallisé à froid et d'une couleur sombre. Au feu de

réduction, elle donne de la fumée de plomb, la flamme devient bleuâtre, et le grain, à froid, forme des cristaux blancs nacrés à larges facettes.

Avec le borax, le sel de phosphore et la soude, elle se comporte comme l'oxyde de plomb.

Avec l'acide borique et le fer, on obtient du plomb métallique et du phosphure de fer.

120. Espèce *Mimétèse* (page 356).

Seule sur le charbon, elle fond avec difficulté et se réduit ensuite instantanément en globules de plomb, avec dégagement d'acide arsénieux et l'odeur caractéristique de l'arsenic.

Avec les flux, se comporte comme de l'oxyde de plomb, sauf que les verres dégagent de la vapeur d'arsenic.

121. Espèce *Kérasine* (page 358).

Seule, elle se résout au feu d'oxydation en une boule transparente qui devient jaune pâle à froid.

Avec le sel de phosphore cuivreux, elle donne à la flamme la couleur bleue caractéristique de l'acide chlorhydrique.

122. Espèce *Crocoïse* (page 359).

Seule dans le matras, la crocoïse se fend selon la longueur du cristal et prend une couleur foncée qui s'éclaircit à froid.

Sur le charbon, elle fond et s'étale, et une partie du plomb se réduit en développant la flamme et la fumée caractéristiques de ce métal. La masse non réduite est d'une couleur sombre et fournit à froid une poudre rouge brun.

Avec le borax, elle se dissout aisément. Une petite quantité du minéral donne un verre coloré en vert; plus de crocoïse donne au feu d'oxydation un verre tellement chargé de corpuscules opaques qu'il en paraît noir. Au feu de réduction, il devient sombre et donne à froid un émail gris verdâtre.

Avec le sel de phosphore, elle se convertit facilement en un

verre d'un beau vert. Si la quantité de crocoïse est considérable, le verre est opaque, gris ou vert grisâtre à froid.

Avec la soude, elle donne sur le charbon des grains de plomb métallique, et la masse est absorbée.

Avec la soude sur la feuille de platine, elle donne au feu d'oxydation une masse jaune brun à chaud, jaune à froid. Au feu de réduction, la masse fondue devient verte.

123. Espèce *Vauquelinite* (page 361).

Seule dans le matras, elle ne donne point d'eau.

Sur le charbon, elle se boursouffle un peu, et fond avec une abondante production d'écume. La boule est gris sombre, métallique et entourée de globules de plomb réduit.

Avec le borax, elle fond difficilement avec effervescence, en donnant un verre vert, qui, exposé au feu de réduction, conserve sa transparence à froid. Au feu de réduction, le globule devient, à froid, rouge et diaphane ou rouge et opaque, ou enfin noir, suivant la quantité de minéral.

Avec le sel de phosphore, elle se comporte de même.

Avec la soude, elle se dissout avec effervescence. Sur le fil de platine, on obtient un verre vert au feu d'oxydation et jaune à froid.

Avec la soude sur le charbon, la masse est absorbée dans le charbon, et l'on obtient des globules de plomb par le lavage.

124. Espèce *Mélinose* (page 361).

Seule dans le matras, elle décrépite fortement et devient jaune brun à chaud.

Sur le charbon, elle fond et pénètre dans le support en laissant à la surface du plomb réduit.

Avec le borax, elle se dissout aisément au feu d'oxydation en formant un verre presque incolore. Au feu de réduction, le verre transparent à chaud devient sombre et opaque à froid. Aplati entre les pinces, il paraît brunâtre.

Avec le sel de phosphore, la dissolution est aisée. Peu de minéral fournit un verre vert, une plus grande quantité donne un verre noir et opaque.

Avec la soude, la mélinose est dissoute; une partie de la masse est absorbée en abandonnant à la surface des globules de plomb métallique.

125. Espèce *Schéelitine* (page 363).

Seule sur le charbon, elle fond et dégage de la fumée de plomb; il reste un globule cristallin sombre et métallique, qui donne une poudre d'un gris clair.

Avec le borax, elle se dissout à la flamme d'oxydation sans coloration; au feu de réduction, elle devient jaunâtre à chaud, et grise et opaque en refroidissant. En agissant avec une flamme modérée, le plomb se dissipe en fumée et le verre devient rouge sombre comme celui que fournit l'acide tungstique pur.

Avec le sel de phosphore, elle donne à la flamme d'oxydation un verre incolore, et au feu de réduction un verre bleu vif. Si la proportion de schéelitine est plus considérable, le verre est verdâtre et devient opaque.

Avec la soude, elle fournit beaucoup de globules de plomb.

24. Genre *Bismuth*.

126. Espèce *Bismuth natif* (page 364).

Seul, il fond en développant une faible odeur d'arsenic et couvre le charbon d'une auréole jaune brunâtre.

Dans le matras, il fond sans se sublimer.

Dans le tube ouvert, il fournit à peine de la fumée d'oxyde et un peu d'acide arsénieux.

Passé à la coupelle, il laisse la cendre d'os teinte en jaune orangé pur.

127. Espèce *Bismuthine* (page 364).

Seule dans le tube, elle donne de l'acide sulfureux et un sublimé blanc; quelquefois elle fournit également un sublimé de soufre. Les parois du tube sont recouvertes d'oxyde ainsi que la boule d'essai.

Sur le charbon, elle fond, bouillonne en projetant des gouttelettes incandescentes. Le bismuth séparé, il reste quelques scories ferrugineuses.

128. Espèce *Bismuthine plombo-cuprifère* (page 366).

Seule, elle fond, dégage de la fumée et dépose sur le charbon un dépôt blanc un peu jaunâtre au bord. Le résidu est un bouton métallique de bismuth.

Dans le tube ouvert, elle dégage une abondante fumée blanche, partie fusible, partie volatile. Le grain de bismuth s'entoure d'oxyde et il se dégage de l'acide sulfureux.

Avec les flux, le grain métallique précédent donne les indications du cuivre.

129. Espèce *Bismuthocre* (page 366).

Se comporte absolument comme l'oxyde de bismuth pur.

25. Genre *Mercure*.

130. Espèce *Amalgame* (page 369).

Seul dans le matras, il bouillonne, éclabousse et donne du mercure. Le résidu est une masse d'argent boursouffiée.

Sur le charbon, cette masse fond en un globule d'argent pur.

131. Espèce *Cinabre* (page 369).

Seul sur le charbon, il se volatilise sans résidu, en répandant une odeur d'acide sulfureux.

Dans le matras, il se sublime; le sublimé est noirâtre, à râclure rouge.

Dans le matras avec de la soude, il donne des globules de mercure.

Dans le tube ouvert, il donne, par le grillage, du mercure et du cinabre sublimé.

132. Espèce *Calomel* (page 370).

Sur le charbon, il se volatilise sans autre résidu que celui de la gangue, avec laquelle il peut se trouver engagé.

Dans le matras, il donne un sublimé blanc.

Avec la soude, dans le matras, il donne une grande quantité de globules de mercure.

Avec le sel de phosphore cuivreux, sur le charbon, il communique à la flamme une belle couleur d'azur.

26. Genre *Argent*.

133. Espèce *Discrase* (page 372).

Seule sur le charbon, elle fond aisément et se transforme en un grain métallique gris, non malléable; elle dégage une fumée d'antimoine assez abondante. Lorsque le bouton a perdu une grande quantité d'antimoine, sa surface devient lisse; enfin, après une insufflation soutenue, il ne reste plus que de l'argent.

Dans le tube, elle dégage beaucoup d'oxyde d'antimoine, et le grain qui reste s'entoure d'un anneau d'émail jaune sombre.

134. Espèce *Argyrose* (page 373).

Seule sur le charbon, elle fond et se boursouffle considérablement en formant des bulles vides; mais après quelque temps d'insufflation, la matière se ramasse en grains : il se dégage beaucoup d'acide sulfureux, et il reste un grain d'argent entouré de scories.

Avec les flux, ces scories dénotent la présence du fer et du cuivre.

135. Espèce *Argyrythrose* (page 374).

Seule sur le charbon, elle décrépite un peu, fond, brûle et fume comme l'antimoine, mais sans dégagement de vapeurs arsenicales.

Dans le tube ouvert, elle fume beaucoup, et répand une forte odeur d'acide sulfureux, sensible surtout au commencement du grillage. Le tube est recouvert en-dedans d'une poussière blanche, quelquefois cristallisée d'oxyde d'antimoine. Le culot chauffé sur le charbon au feu de réduction donne rapidement un culot d'argent pur.

136. Espèce *Psaturose* (page 375).

Seule dans le tube ouvert, elle fond, ne fume pas d'une manière remarquable et dépose sur les parois de petits cristaux blancs et brillants d'acide arsénieux, sans aucune trace de fumée antimoniale.

Sur le charbon, elle ne forme aucun dépôt, met beaucoup de temps à griller et répand sous un bon feu une faible odeur d'arsenic. Le grain est gris sombre, malléable.

Par le flux de soude et de silice, le grain aminci colore le verre de la couleur du foie de soufre.

Avec la soude, le grillage et la purification de l'argent sont plus rapides.

137. Espèce *Kérargyre* (page 378).

Seule sur le charbon, elle se résout en une perle grise brunâtre ou noire, suivant sa pureté. Au feu de réduction, elle se convertit peu à peu en un grain d'argent métallique.

Avec le sel de phosphore cuivreux, on voit briller autour de la boule métallique une auréole bleu de ciel moins vive que celle du calomel.

27. Genre *Or*.

138. Espèce *Electrum* (page 378).

Seul, par la fusion, donne un grain jaune pâle, qui, avec le

borax et le sel de phosphore, donne les mêmes réactions que l'argent pur.

28. Genre *Palladium*.

139. Espèce *Palladium natif* (page 382).

Seul sur la feuille de platine, il devient bleu en le chauffant avec précaution, puis cette couleur disparaît.

Seul sur le charbon, il est inaltérable.

Avec le soufre, il fond au feu de réduction; au feu d'oxydation le soufre brûle et le palladium est mis en liberté.

29. Genre *Platine*.

140. Espèce *Platine* (page 382).

Il n'éprouve aucune altération, soit seul, soit par les flux.

30. Genre *Osmium*.

141. Espèce *Iridosmine* (page 385).

Seule ou avec les flux, reste inaltérable.

Dans le tube ouvert, avec une violente insufflation, on obtient une légère odeur d'osmium.

CLASSE III. — MÉTAUX HÉTÉROPSIDES.

Ier ORDRE.

31. Genre *Acide silicique*.

142. Espèce *Quartzhyalin* (page 388).

Se comporte comme l'acide silcique pur.

143. Espèce *Agate* (page 392).

144. Espèce *Silex* (page 394).

Se comportent comme l'acide silicique pur.

145. Espèce *Hyalithe* (page 397).

146. Espèce *Opale* (page 398).

147. Espèce *Résinite* (page 399).

Toutes trois donnent de l'eau dans le matras, puis se comportent comme l'acide silicique pur.

32. Genre *Oxyde d'aluminium.*

148. Espèce *Télésie* (page 403).

Seule, elle est inaltérable.

Avec le borax, elle se convertit par une dissolution lente, mais complète, en un verre transparent et incolore, même au flamber.

Avec le sel de phospore, la matière pulvérisée se dissout lentement et se convertit en un verre transparent.

Avec la soude, il n'y a pas de changement.

Avec la solution de cobalt, on obtient un bleu sombre ; la couleur est d'autant plus belle que la matière est en poudre plus fine.

149. Espèce *Diaspore* (page 405).

Seul dans le matras, il décrépite avec violence et se divise ensuite en petites écailles blanches et brillantes. A la chaleur rouge, il donne beaucoup d'eau.

Sur le charbon, il est infusible.

Avec le borax, il se dissout assez bien et donne un verre incolore.

Avec le sel de phosphore, il se comporte comme avec le borax.

La soude est sans action.

Avec la solution de cobalt, le diaspore devient d'un beau bleu.

33. Genre *Magnésie.*

150. Espèce *Brucite* (page 407).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau, et ramène au bleu le papier de tournesol rougi.

Sur le charbon, elle gonfle, pétille, tourne au blanc de lait, mais ne fond pas.

Avec les flux et la solution de cobalt, se comporte comme l'oxyde de magnésium pur.

IIe ORDRE.

34. Genre *Chlorures.*

151. Espèce *Sel marin* (page 409).

Seul dans le matras, il décrépite, donne un peu d'eau et blanchit.

Sur le charbon, il fond et passe dans son intérieur en fumant.

Sur la feuille de platine, il se résout en une masse diaphane qui devient opaque à froid.

Avec le sel de phosphore cuivreux, on obtient la couleur bleue caractéristique de l'acide chlorhydrique.

Avec la soude sur la feuille de platine, il se dissout sans trouble.

35. Genre *Fluorures.*

152. Espèce *Fluorine* (page 412).

Seule dans le matras, elle jette souvent dans l'obscurité une lumière jaune-verdâtre. Fortement chauffée, elle décrépite et donne un peu d'eau.

Sur le charbon, avec un bon feu on la transforme en une perle opaque.

Avec le borax et le sel de phosphore, elle se dissout facilement en un verre transparent, qui saturé devient opaque.

Avec peu de soude, elle se dissout en un verre diaphane qui, par une longue insufflation, devient opaque à froid.

Avec le gypse, elle se résout en une perle diaphane qui devient opaque à froid.

153. Espèce *Cryolithe* (page 413).

Seule dans le matras, elle donne un peu d'eau et décrépite sans perdre sa transparence.

Dans le tube ouvert, en dirigeant la flamme dans le tube, le verre est fortement attaqué, et l'humidité condensée est acide.

Sur le charbon, la fusion donne une perle transparente, à chaud, opaque à froid. Par une longue insufflation, le fluorure de sodium est absorbé et une scorie alumineuse reste à la surface du charbon.

Avec le borax, la cryolithe se dissout facilement en un verre transparent à chaud, blanc de lait à froid.

Avec le sel de phosphore, les réactions sont les mêmes qu'avec le borax.

Avec la soude, le verre obtenu est clair ; il s'étale et devient blanc de lait à froid.

154. Espèce *Flucérine* (page 414).

Seule dans le matras, elle donne un peu d'eau. A la fusion du verre, il y a une légère corrosion du matras.

Dans le tube ouvert, en dirigeant la flamme dans le tube, la paroi est attaquée et devient opaque. L'eau condensée jaunit le papier de Fernambouc. La matière est devenue jaune brun.

Sur le charbon, elle ne fond pas, mais brunit légèrement.

Avec le borax et le sel de phosphore, elle donne les mêmes réactions que l'oxyde de cérium.

Avec la soude, elle se gonfle, se divise, mais sans se dissoudre. La soude est absorbée, le charbon retient une masse grise.

155. Espèce *Basicérine* (page 415).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau et brunit un peu.

Sur le charbon, elle change de couleur. Au rouge naissant,

elle est noire; en refroidissant, elle devient brun-sombre, rouge, enfin orangé. Elle est infusible.

Avec les flux, elle se comporte comme la précédente espèce.

156. Espèce *Flucérine de Bastnaes* (page 415).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau sans changer d'aspect.

Sur le charbon, elle ne fond pas, mais devient opaque, et brunit par la chaleur en offrant les mêmes changements de couleur que la basicérine.

Dans le tube ouvert, en dirigeant la flamme dans le tube, la paroi est attaquée par l'acide fluorhydrique.

Avec le borax et le sel de phosphore, elle se comporte comme les deux minerais précédents.

Avec la soude, elle ne se gonfle ni ne se divise.

157. Espèce *Yttrocérite* (page 416).

A. *Yttrocérite de Fimbo.*

Seule dans le matras, elle donne un peu d'eau empyreumatique, et brunit un peu.

Sur le charbon, elle fond en y ajoutant du gypse et donne alors une perle opaque à chaud et à froid.

Avec le borax, le sel de phosphore et la soude, elle se comporte comme la fluorine. Les verres deviennent jaunes au feu d'oxydation et facilement opaques.

B. *Yttrocérite de Brodbo.*

Seule dans le matras, elle décrépite légèrement, sans fondre.

Sur le charbon, elle est infusible, mais devient rouge de brique par place.

Avec les flux, se comporte comme la flucérine.

36. Genre *Phosphates*.

158. Espèce *Klaprothine* (page 418).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau et perd sa couleur.

Sur le charbon, elle se boursouffle et prend un aspect vitreux et bulleux, mais sans fondre.

Avec le borax, elle se dissout en un verre transparent et incolore.

Avec le sel de phosphore, elle devient transparente sur les bords et se dissout peu à peu en un verre transparent et incolore.

Avec la soude, elle se gonfle, mais sans dissolution et sans fondre.

Avec l'acide borique et le fer, elle donne du phosphure de fer.

Avec la solution de cobalt, elle devient d'un beau bleu

159. Espèce *Phosphorite* (page 419).

Seule en grain elle est inaltérable; en paillette et sous un feu très-vif elle fond sur les bords en un verre translucide et incolore.

Avec le borax, elle se dissout lentement en un verre diaphane qui devient blanc de lait au flamber.

Avec le sel de phosphore, elle se dissout en grande quantité et donne un verre transparent, qui étant à peu près saturé devient opaque à froid et cristallin. Complètement saturé, il se solidifie sans cristallisation apparente.

Avec la soude, elle se boursouffle et fait effervescence; la soude est absorbée et il reste une masse blanche à la surface du support.

Avec l'acide borique et le fer métallique, elle se dissout très-difficilement, en donnant du phosphure de fer.

160. Espèce *Wawellite* (page 421).

Seule dans le matras, elle dégage de l'eau acide, de consistance gélatineuse et qui colore en jaune le papier de Fernambouc.

Sur le charbon, elle se gonfle, perd sa forme et devient d'un blanc de neige.

Avec le borax, le sel de phosphore, la soude et la solution de cobalt, elle se comporte comme l'alumine.

Avec l'acide borique et le fer, elle donne un bouton de phosphure de fer.

161. Espèce *Calaïte* (page 422).

Seule dans le matras, elle donne un peu d'eau et décrépite fortement. La masse est noire en poudre.

Sur le charbon, elle devient brune au feu de réduction et verdit la pointe de la flamme. Infusible.

Avec le borax, elle se convertit en un verre limpide dénotant le fer à chaud, et devenant vert de cuivre à froid. Exposé au feu de réduction, le verre devient rouge et opaque, surtout si l'on y a ajouté de l'étain.

Avec le sel de phosphore, elle se convertit, par une dissolution facile, en un verre transparent qui se comporte comme le verre de borax.

Avec la soude, s'il y a peu de flux, elle se gonfle, puis se dissout en un verre transparent coloré par le fer. Avec plus de flux elle est infusible. Enfin, si la quantité de flux est considérable, l'essai donne beaucoup de cuivre au feu de réduction.

162. Espèce *Ambligonite* (page 425).

Seule dans le matras, elle donne un peu d'humidité, et par un bon feu, l'eau attaque le verre et réagit acide.

Sur le charbon, elle fond aisément en un verre clair à chaud, opaque à froid.

Avec le borax, elle se dissout facilement en un verre transparent et incolore.

Avec le sel de phosphore, elle se dissout instantanément en un verre transparent.

Avec un peu de soude, elle fond. Avec une plus forte dose de flux, elle se tuméfie et devient infusible.

Avec l'acide borique et le fer, elle donne du phosphure de fer.

37. Genre *Arséniates*.

163. Espèce *Pharmacolithe* (page 426).

Seule dans le matras, elle donne beaucoup d'eau; il n'y a point de sublimé d'acide arsénieux. L'essai conserve sa forme, mais ressemble à un sel effleuri.

Entre les pincettes, elle fond à la flamme extérieure et donne un émail blanc.

Sur le charbon, au feu de réduction, elle fond facilement et donne une odeur arsénicale en formant un grain demi-translucide qui tire quelquefois sur le bleu quand la matière est cobaltifère.

Avec le borax et le sel de phosphore, elle se comporte comme la chaux ou les sels de chaux, mais elle dégage, en se dissolvant, une abondante fumée d'arsenic.

Avec la soude, elle se décompose avec dégagement de fumée arsenicale. La chaux reste sur le charbon.

38. Genre *Azotates*.

164. Espèce *Salpêtre* (page 428).

Seul dans le matras, il donne de l'eau et fond, puis se décompose avec dégagement de vapeurs rutilantes.

Sur le charbon, il détonne au moment de la fusion et laisse sur le support un dépôt alcalin,

39. Genre *Sulfates*.

165. Espèce *Gypse* (page 433).

Seul dans le matras, dégage de l'eau et tourne au blanc de lait. Se comporte ensuite comme la karsténite.

166. Espèce *Karsténite* (page 435).

Seule dans le matras, elle ne donne que peu ou point d'eau.

Entre les pincettes, elle fond difficilement en émail blanc au feu d'oxydation.

Sur le charbon, elle se décompose par un bon feu de réduction et réagit comme un alcali sur les papiers réactifs, en répandant une odeur d'hydrogène sulfuré lorsqu'on la mouille.

Avec le borax, elle se dissout avec effervescence en donnant un verre transparent qui, froid, devient jaune ou jaune brun.

Avec les autres flux, se comporte comme la chaux pure.

Avec le fluorure de calcium, elle se résout facilement en un émail transparent, qui, à froid, devient blanc d'émail, et par une insufflation prolongée devient infusible.

Avec le flux de soude et de silice, elle développe la couleur du foie de soufre.

167. Espèce *Epsomite* (page 432).

Seule dans le matras, elle dégage beaucoup d'eau non acide. La matière fond.

Sur le charbon, ou *entre les pincettes*, le sel desséché fond de nouveau.

Avec le borax et le sel de phosphore, elle se comporte comme la magnésie.

Avec la soude, elle se gonfle mais sans fondre, et jette, lorsqu'on l'humecte, l'odeur de l'acide sulfhydrique.

Avec la dissolution de cobalt, elle donne une couleur rose dont la nuance est pâle, mais franche.

168. Espèce *Célestine* (page 436).

Seule dans le matras, la célestine cristallisée décrépite.

Sur le charbon au feu d'oxydation, elle fond en boule d'un blanc laiteux, qui, exposée au feu de réduction, s'étale, se décompose, devient infusible et donne pour résidu une masse hépatique qui, traitée sur la feuille de platine par l'acide chlorhydrique, se dissout en partie. Le sel obtenu colore la flamme de l'alcool en rouge.

Dans le borax, elle se dissout avec effervescence en un verre transparent qui devient jaune ou brun à froid, et opaque s'il y a beaucoup de célestine.

Avec le sel de phosphore, elle se comporte comme la strontiane.

Avec la soude, elle se gonfle, se décompose, entre dans le charbon et donne une masse sulfureuse.

Avec le flux de soude et de silice, elle donne un verre rouge de foie.

Avec la fluorine, elle fond en un émail transparent qui devient blanc d'émail à froid.

169. Espèce *Barytine* (page 439).

Seule, la barytine cristallisée décrépite avec violence. Elle ne peut guère que s'arrondir sur les bords aigus. Au feu de réduction, elle donne du sulfure de barium.

Avec le flux, se comporte comme le sel de strontium, mais ne colore pas la flamme de l'alcool en rouge.

170. Espèce *Exanthalose* (page 442).

Seule dans le matras, elle fond dans son eau de cristallisation. Le sel se dessèche, fond sur le charbon, s'y introduit et se change en sulfure.

Avec la soude, elle passe dans le charbon.

Avec le flux de soude et de silice, elle donne un verre couleur de foie de soufre.

171. Espèce *Glauberite* (page 443).

Seule dans le matras, elle décrépite avec violence et dégage un peu d'eau. Au rouge naissant, elle fond et donne un verre transparent.

Sur le charbon, elle blanchit au premier coup de feu et fond ensuite en une perle claire qui devient opaque à froid. Au feu de réduction, le verre se fige et devient hépatique.

Avec le borax, elle se dissout avec une vive effervescence; la masse est absorbé par le charbon.

Avec le sel de phosphore, elle fond avec effervescence et donne un verre blanc de lait.

Avec la fluorine, elle se comporte comme le gypse.

Avec la soude, elle se décompose et passe dans le charbon; la chaux reste à la surface.

Avec la soude et la silice, il y a formation d'un verre coloré par le foie de soufre.

172. Espèce *Ischélite* (page 444).

Seule dans le matras, elle dégage de l'eau et pâlit en même temps.

Sur le charbon, elle se résout en une boule opaque d'un jaune rougeâtre, qui traitée au feu de réduction se fige, blanchit et laisse une coque vide.

Avec le borax, elle se dissout avec une vive effervescence, et donne, après quelque temps d'insufflation, un verre diaphane qui, à froid, devient rouge sombre et transparent.

Avec le sel de phosphore, elle se dissout en un verre transparent et incolore.

Avec la soude, elle se décompose et donne un résidu terreux, qui au feu de réduction prend une couleur jaunâtre.

Avec la fluorine, elle fond en une perle opaque.

173. Espèce *Alun* (page 447).

Seul dans le matras, il fond, se boursouffle et donne de l'eau.

Chauffé au rouge après dessiccation complète, il dégage de l'acide sulfureux.

Avec les flux, se comporte comme l'alumine.

174. Espèce *Ammonalum* (page 448).

Seul dans le matras, il dégage de l'eau et se boursouffle ; puis il donne un sublimé de sulfate d'ammoniaque qui se dissout dans l'eau, et il se dégage de l'acide sulfureux.

Avec les flux, il se comporte comme l'alumine pure.

Avec la soude sur la feuille de platine, il dégage de l'ammoniaque reconnaissable à son odeur.

175. Espèce *Websterite* (page 449).

Seule dans le matras, elle donne beaucoup d'eau, puis de l'acide sulfureux au rouge naissant.

Sur le charbon et avec les flux, se comporte comme l'alumine. Quelques localités donnent de la webstérite qui, dans le sel de phosphore, laisse un squelette siliceux.

176. Espèce *Alunette* (page 455).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau. Si on chauffe davantage, il se forme un sublimé de sulfate ammoniacal soluble dans l'eau.

Sur le charbon, elle se contracte sans fondre.

Avec le borax, elle se dissout avec effervescence en un verre incolore et transparent.

Avec le sel de phosphore, elle se dissout avec facilité en laissant un squelette de silice demi-transparente.

Avec la soude, elle est infusible.

Avec la solution de cobalt, elle donne un beau bleu.

40. Genre *Carbonates*.

177. Espèce *Giobertite* (page 456).

Seule dans le matras, elle ne dégage pas d'eau ou en donne fort peu.

Sur le charbon, elle se fèle et se contracte fortement. Elle agit alors sur le papier de Fernambouc.

Avec les flux et la solution de cobalt, elle se comporte comme la magnésie.

178. Espèce *Dolomie* (page 458).

Ne se distingue pas du calcaire.

179. Espèce *Calcaire* (page 462).

Seul dans le matras, il ne donne point d'eau.

Sur le charbon, il devient caustique et brille considérablement dans la flamme. Réagit ensuite sur les papiers réactifs comme un alcali.

Avec les flux, se comporte comme la chaux.

180. Espèce *Aragonite* (page 467).

Seule dans le matras, elle ne s'altère point d'abord, puis au rouge elle gonfle et se réduit en une poussière blanche. De l'eau se rassemble en même temps dans le col du matras.

Avec les flux, se comporte comme la chaux.

181. Espèce *Strontianite* (page 469).

Seule sur le charbon, elle fond à la surface et forme des ramifications en chou-fleur d'un éclat éblouissant. Elle communique une faible coloration rouge à peine perceptible à la flamme. Après la combustion elle offre des réactions alcalines.

Avec la soude, elle fond en verre limpide qui devient laiteux à froid. Si le feu est vif, la masse bouillonne et passe dans le charbon,

Avec les autres flux, elle se comporte comme la strontiane.

182. Espèce *Withérite* (page 469).

Seule sur le fil de platine, elle se convertit en un verre limpide qui devient laiteux à froid.

Sur le charbon, elle fait effervescence, éclabousse, devient caustique et passe dans le charbon avec un vif bouillonnement.

Avec les flux, elle se comporte comme la baryte.

41. Genre *Borates*.

183. Espèce *Boracite* (page 474).

Seule dans le matras, elle est inaltérable.

Sur le charbon, elle fond et se boursouffle. En refroidissant, la perle se hérisse de cristaux ; le verre est jaunâtre à chaud, blanc et opaque à froid.

Avec le borax, il se dissout facilement en un verre diaphane teinté par le fer.

Avec le sel de phosphore, la dissolution est facile et donne un verre transparent, devenant opaque au flamber.

Avec la soude, elle se dissout. Avec peu de soude on obtient à froid une perle couverte de larges lames cristallines. S'il y a plus de fondant, le verre ne cristallise plus.

184. Espèce *Borax* (page 474).

Seul, il se boursouffle, se charbonne et dégage une odeur empyreumatique, puis fond en une perle transparente.

Dissous dans un peu d'eau et décomposé par l'acide chlorhydrique, il donne une masse qui, humectée d'alcool et placée sur un papier enflammé, colore la flamme en vert.

42. Genre *Borosilicate*.

185. Espèce *Datholite* (page 476).

186. Espèce *Botryolithe* (page 477).

Seules dans le matras, elles donnent de l'eau.

Sur le charbon, elles se boursoufflent un peu comme le borax, puis se résolvent en un verre transparent qui est incolore, rose pâle, ou vert de fer, suivant la pureté de la matière.

Avec le borax, elles se convertissent en un verre transparent dont la couleur varie comme ci-dessus.

Avec le sel de phosphore, elles se dissolvent en laissant un squelette de silice. Avec plus de matière d'essai, le verre devient blanc d'émail.

Avec peu de soude, elles se dissolvent en un verre transparent. Si la dose de flux est plus considérable, le verre devient opaque à froid; enfin, une plus grande quantité de fondant fait absorber la masse dans le charbon.

Avec le gypse, elles fondent en une boule diaphane, transparente à froid.

Avec la solution de cobalt, on obtient un verre opaque bleu.

187. Espèce *Tourmaline* (page 478).

A. *Tourmaline noire.*

Seule dans le matras, elle ne donne point d'eau.

Sur le charbon, elle fond avec boursoufflement et blanchit ou donne une masse scoriacée. Le verre est jaunâtre ou noir.

Avec le borax, elle se dissout aisément, et avec un peu d'effervescence, en un verre transparent qui, à chaud, est teinté par le fer.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose aisément avec une vive effervescence et laisse un squelette de silice pour résidu. La boule d'émail est opaline.

Avec la soude, elle se fond difficilement en un verre qui, par une nouvelle addition de flux, devient infusible.

B. *Tourmaline verte.*

Seule, elle se boursouffle, noircit et se vitrifie en donnant par un bon feu une scorie arrondie, jaunâtre et bulleuse.

Avec le borax, elle se dissout avec une légère effervescence, le verre est teinté par le fer et tient en suspension des particules blanches difficiles à fondre.

Avec le sel de phosphore, se comporte comme la précédente.

Avec la soude, il en est de même : le verre est pourtant un peu plus fusible.

C. *Tourmaline rouge.*

Seule dans le matras, elle donne un peu d'eau sans changer d'aspect.

Sur le charbon, elle tourne au blanc de lait, se gonfle, se fendille dans une direction transversale et oblique ; mais elle est infusible.

Avec le borax, elle se dissout aisément et avec effervescence en un verre transparent, nuagé par quelques flocons de fusion difficile.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose avec effervescence, en donnant un verre opalin et un squelette de silice.

Avec la soude, elle se convertit difficilement en un verre opaque.

Avec la soude, sur la feuille de platine, elle donne les réactions du manganèse avec intensité.

D. *Tourmaline indicolite.*

Seule, elle se boursouffle beaucoup, surtout dans le sens de la longueur. La pièce d'essai se courbe et se roule sur elle-même; elle se change en une scorie noire.

Avec les flux, elle se comporte comme la suivante.

E. *Tourmaline bleu clair.*

Seule, elle se gonfle, blanchit, ne fond pas, mais se scorifie à la surface.

Avec le borax, elle se dissout assez facilement et avec effervescence. Le verre obtenu est diaphane.

Avec le sel de phosphore, elle se gonfle avec effervescence. La boule devient opaline à froid.

Avec la soude, elle fond difficilement en un verre sombre qui devient moins fusible.

Avec la soude sur la feuille de platine, elle donne les réactions du manganèse.

F. *Tourmaline rouge et vert clair.*

Seule, elle tourne au blanc de lait, se gonfle un peu, se fendille obliquement, mais sans fondre et devenant scoriacée à la surface.

Avec le borax, elle fait légèrement effervescence, tourne au blanc de lait, puis se dissout difficilement en un verre transparent et incolore.

Avec le sel de phosphore, il y a effervescence, coloration et solution identiques qu'avec le borax. La pièce d'essai diminue. Le verre devient opalin, à froid.

Avec la soude, elle fond difficilement en un verre opaque.

Avec la soude sur la feuille de platine, elle présente un verre d'un vert sombre.

188. Espèce *Axinite* (page 480).

Seule, elle fond facilement avec boursoufflement en un verre vert sombre qui noircit au feu d'oxydation.

Avec le borax, elle se dissout aisément en un verre coloré par le fer, qui au feu d'oxydation devient améthyste impur.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose.

Avec la soude, elle verdit, puis fond en un verre noir à éclat métallique.

43. Genre *Fluorures-silicés*.

189. Espèce *Topaze* (page 481).

Seule dans le matras, elle ne change pas.

Sur le charbon, elle ne fond point; mais par une forte insufflation les stries du cristal se recouvrent d'une infinité de bulles qui ressemblent à du givre.

Avec le borax, elle se dissout lentement en un verre diaphane.

Avec le sel de phosphore, elle se dissout lentement en laissant un résidu de silice. La perle est transparente et devient opaline à froid.

Avec peu de soude, elle se convertit difficilement en une scorie bulleuse, incolore, demi-transparente. Si le flux est plus abondant, elle s'enfle et devient infusible.

Avec la solution de cobalt, elle donne une couleur bleue impure.

190. Espèce *Pycnite* (page 482).

Se comporte comme la topaze, sauf qu'elle produit plus de bulles et plus facilement.

191. Espèce *Condrodite* (page 483).

Seule dans le matras, elle noircit au feu, mais ne donne que fort peu ou point d'eau. La couleur noire disparaît par le grillage à l'air libre.

Sur le charbon, elle est infusible.

Avec le borax, elle fond lentement en un verre diaphane, légèrement coloré par le fer. Saturé, le verre devient opaque au flamber, demi-translucide et cristallin.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose en laissant un squelette de silice demi-transparent. Le verre est incolore et clair à chaud, opalin à froid.

Avec peu de soude, on obtient une scorie grise difficilement fusible. Avec plus de flux, elle se gonfle et devient insoluble.

Avec la solution de cobalt, elle donne à un feu ardent une couleur rouge pâle peu agréable. Si la condrodite est ferrugineuse, elle donne un brun gris.

44. Genre *Silicates*.

192. Espèce *Disthène* (page 484).

Seul, il est inaltérable ; mais au rouge blanc, il blanchit sans fondre.

Avec le borax, il se dissout lentement en un verre transparent et incolore.

Avec le sel de phosphore, il se dissout en partie et donne un squelette de silice.

Avec peu de soude, il fond imparfaitement en une masse bulleuse demi-transparente et arrondie. Au feu d'oxydation, l'essai est rose pâle et transparent. Au feu de réduction, la

couleur s'évanouit. Si la proportion de soude est un peu forte, la matière se gonfle et devient infusible.

Avec la solution de cobalt, il devient bleu foncé au feu d'oxydation.

193. Espèce *Pinite* (page 485).

Seule dans le matras, elle donne un peu d'humidité sans changer d'aspect.

Sur le charbon, elle blanchit et fond sur les bords en un verre blanc et bulleux. S'il y a beaucoup de fer, le verre est noir.

Avec le borax, elle se dissout difficilement en un verre transparent, un peu coloré par le fer.

Avec le sel de phosphore, elle est insoluble. Le verre est coloré par le fer.

Avec la soude, la dissolution est difficile et donne un verre opaque, coloré par le fer et peu fusible.

194. Espèce *Triklasite* (page 491).

Seule dans le matras, elle dégage de l'eau.

Sur le charbon, elle blanchit et fond sur les bords. Le verre est blanc et bulleux.

Avec le borax, elle donne lentement un verre coloré par le fer.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose en laissant un squelette de silice. Le verre transparent est coloré par le fer à chaud; opalin et incolore à froid.

Avec la soude, elle est insoluble, mais devient scoriacée et jaunâtre.

195. Espèce *Ekebergite* (page 501).

Seule dans le matras, elle donne un peu d'eau sans changer d'aspect.

Sur le charbon, elle blanchit, perd sa transparence, se boursouffle un peu, puis fond en un verre bulleux et incolore.

Avec le borax et le sel de phosphore, elle se dissout avec effervescence, comme la scapolithe.

Avec la soude, elle fond difficilement en un verre transparent coloré par le fer.

196. Espèce *Allophane* (page 503).

Seule dans le matras, elle dégage de l'eau et se tache en noir.

Sur le charbon, elle se boursouffle, tombe en poussière, colore la flamme en vert, mais ne fond pas.

Avec le borax, elle se convertit lentement en un verre incolore qui, au feu de réduction, devient rouge pâle, et par l'étain rouge sombre.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose facilement en laissant un squelette de silice et donnant les couleurs du cuivre.

Avec la soude, elle ne se dissout pas. La masse verdit au feu d'oxydation et rougit au feu de réduction.

Avec la soude et le borax, on obtient des globules de cuivre.

197. Espèce *Halloysite* (page 504).

A. *Argile smectique.*

Seule dans le matras, elle dégage de l'eau alcaline et s'éclaircit, puis se rembrunit et répand une odeur empyreumatique.

Sur le charbon elle pétille, blanchit et se convertit en un verre blanc et bulleux.

Avec le borax, elle se dissout lentement en un verre transparent et incolore.

Avec le sel de phosphore, elle se dissout en laissant un squelette de silice et donne un verre transparent qui devient opalin à froid.

Avec la soude, elle se dissout en un verre vert bouteille.

Avec la solution de cobalt, elle noircit.

B. *Argile blanche ordinaire.*

Seule dans le matras, elle dégage de l'eau.

Sur le charbon, elle décrépite, puis fond en un verre blanc ou coloré par le fer.

Avec les flux, se comporte comme la précédente, ou donne des émaux colorés par le fer.

Avec la solution de cobalt, elle donne une fritte d'un bleu plus ou moins pur.

C. *Argile apyre.*

Dans le matras, elle donne de l'eau:

Sur le charbon, elle s'éclaircit, puis fond en un verre incolore qui ressemble à une scorie.

Avec le borax et le sel de phosphore, elle se comporte comme les précédentes.

Avec la soude, elle donne un verre transparent un peu coloré par le fer.

Avec la solution de cobalt, elle donne une fritte bleu pâle.

198. Espèce *Gadolinite* (page 508).

A. *Vitreuse noire.*

Seule dans le matras, elle ne subit pas de changement. A la fusion du verre elle brille, se gonfle et se fendille en devenant d'un vert gris clair.

Sur le charbon, les mêmes phénomènes se présentent; elle ne fond pas et noircit à un feu vif.

B. *Esquilleuse.*

Seule, elle se boursouffle, se ramifie en chou-fleur et blanchit; elle dégage de l'eau.

Avec le borax, ces deux gadolinites se dissolvent en un verre sombre coloré par le fer et deviennent au feu de réduction d'un vert bouteille foncé.

Avec le sel de phosphore, la dissolution est très-difficile. Le verre se colore par le fer et le morceau s'arrondit, mais reste blanc et opaque.

Avec la soude, la première se convertit en une scorie à demi-

fondue, d'un brun-rouge. La seconde se résout en boule s'il n'y a pas trop de fondant.

199. Espèce *Wollastonite* (page 509).

Seule, elle ne s'altère pas dans le matras.

Sur le charbon, elle se résout sur les bords en une perle incolore, demi-transparente. A un feu très-ardent, elle fond et bouillonne.

Avec le borax, elle se dissout facilement en un verre transparent qui ne devient pas opaque.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose et donne un squelette siliceux. Le verre est opalin à froid.

Avec un peu de soude, elle se dissout en un verre bulleux blanc d'émail. Plus de fondant rend la matière infusible et tumescente.

200. Espèce *Pyrallolithe* (page 514).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau, noircit et dégage un gaz empyreumatique.

Sur le charbon, elle blanchit, s'enfle et fond sur les bords en un émail blanc bulleux.

Avec le borax, elle fond facilement en un verre diaphane.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose et donne un résidu consistant en un squelette de silice. Le verre est incolore et diaphane à chaud, opalin à froid.

Avec la soude, elle fond en un verre transparent coloré par le fer.

Avec la solution de cobalt, on obtient une couleur bleue rougeâtre lorsque les bords sont fondus.

201. Espèce *Serpentine* (page 516).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau et noircit.

Sur le charbon, elle blanchit, et par un bon feu fond dans les parties minces.

Avec le borax, la disolution est lente et donne un verre transparent et verdâtre.

Avec le sel de phosphore, se comporte comme la pyrallolithe.

Avec peu de soude, on obtient difficilement un émail à demi-liquide. S'il y a beaucoup de fondant, la matière se gonfle et devient infusible.

Avec la solution de cobalt, elle donne une couleur rouge.

202. Espèce *Magnésite* (page 518).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau, noirci et répand une odeur empyreumatique.

Sur le charbon, elle blanchit, se contracte et fond en émail blanc dans ses parties les plus minces.

Avec le borax et le sel de phosphore, elle se comporte comme la pyrallolithe.

Avec la soude, elle fond et se convertit en un verre transparent. Trop ou pas assez de fondant rend le verre opaque.

Avec la solution de cobalt, elle devient d'une belle couleur lilas

203. Espèce *Mica* (page 519).

A. *Mica vert.*

Seul dans le matras, il donne de l'eau qui est acide et attaque le verre. Il devient alors vert sombre, mat à la suface, rude au toucher. Chauffé fortement, il se fond sur les bords en un verre bulleux gris sombre.

Avec le borax, il se dissout avec effervescence en un verre coloré par le fer.

Avec le sel de phosphore, il se décompose, se tuméfie et par une longue insufflation se dissout en une boule opaline à froid.

Avec la soude, il se gonfle, et se transforme en une scorie tumescente, d'abord verte, puis grise.

Avec la soude sur le platine, il donne souvent les réactions du manganèse.

Avec la solution de cobalt, il donne un verre noir.

B. *Mica blanc hexaèdre.*

Seul dans le matras, il donne un peu d'eau, et fond aisément en un verre blanc de lait.

Avec le borax, il se dissout facilement et sans effervescence.

Avec le sel de phosphore, il fond en laissant un squelette de silice. Le verre est opalin.

Avec la soude, il donne une scorie blanche qui devient un verre diaphane à un bon feu continu.

Avec la solution de cobalt, il fond sur les bords en se colorant en bleu.

204. Espèce *Lépidolithe* (page 521).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau qui obscurcit le verre et agit sur le papier de Fernambouc.

Sur le charbon, elle fond facilement en se boursoufflant et donnant un verre bulleux, transparent et incolore.

Avec le borax, elle se dissout facilement en donnant un verre diaphane.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose en donnant un squelette siliceux; le verre est opalin à froid.

Avec la soude, elle fond en se boursoufflant. Le verre est transparent, un peu bulleux.

Avec la solution de cobalt, elle fond et devient bleue.

205. Espèce *Sordawalite*.

Seule dans le matras, elle dégage une grande quantité d'eau non acide.

Sur le charbon, elle fond sans se boursouffler et donne une boule noire qui devient grise et métallique au feu de réduction.

Avec le borax, elle fond en un verre coloré par le fer.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose en laissant un squelette siliceux.

Avec un peu de soude, elle fond en une boule noire. S'il y a une plus grande quantité de fondant elle se gonfle et se change en scorie.

Avec la soude sur la feuille de platine, elle donne les réactions du manganèse.

206. Espèce *Chlorite* (page 528).

Seule dans le matras, elle dégage de l'eau, et au rouge de l'acide fluorique qui attaque le verre.

Sur le charbon, elle se résout en une boule noire à surface mate.

Avec le borax, elle se dissout facilement en un verre d'un vert sombre.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose en un verre coloré par le fer et tenant en suspension un squelette siliceux.

Avec la soude, elle s'arrondit sur les bords sans fondre.

207. Espèce *Diopside* (page 532).

Seule, elle fond avec ébullition en un verre incolore demi-transparent.

Avec le borax, elle fond facilement en un verre diaphane.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose lentement en laissant un squelette de silice. Le verre est transparent et opalin à froid.

Avec une petite quantité de soude, elle se gonfle et fond en un verre diaphane, qu'une plus forte proportion de fondant rend opaque et moins fusible.

Avec la solution de cobalt, elle se colore d'abord en rouge, puis fondue elle devient violette.

208. Espèce *Hedenbergite* (page 533).

Seule, elle ne donne point d'eau.

Sur le charbon, elle se résout avec effervescence en un verre noir brillant.

Avec le borax, elle se dissout aisément et forme un verre coloré par le fer.

Avec le sel de phosphore, elle donne lentement un verre ferrugineux tenant en suspension un squelette de silice.

Avec la soude, elle se dissout aisément en un verre noir à surface mate.

209. Espèce *Amphibole* (page 534).

210. Espèce *Grammatite* (page 534).

Seule dans le matras, elle ne donne point d'eau.

Sur le charbon, elle fond facilement en bouillonnant et donnant un verre demi-transparent ou opaque et blanc.

Avec le borax, par une dissolution lente on obtient un verre transparent et incolore.

Avec le sel de phosphore, le grain d'essai devient blanc laiteux et s'arrondit sur les bords.

Avec peu de soude, elle fond en un verre transparent, qui, par un excès de fondant, elle se tuméfie et devient blanche et opaque.

Avec la solution de cobalt, elle donne une couleur rose, rouge sombre ou rouge vif dans les parties fondues.

211. Espèce *Actinote* (page 335).

Seule, elle se dissout et forme une boule noire éclatante.

Avec le borax, elle fond en un verre coloré par le fer.

Avec le sel de phosphore, elle se dissout difficilement.

Avec la soude, elle donne un verre noir. Avec un excès de soude elle se transforme en scorie noire.

Avec la soude sur la feuille de platine, elle donne des traces de manganèse.

212. Espèce *Hypersthène* (page 537).

Seul dans le matras, il pétille un peu et donne une eau non acide, mais sans changer d'aspect.

Sur le charbon, il se convertit par la fusion en un verre opaque d'un vert grisâtre.

Avec le borax, il se dissout aisément en un verre de couleur verdâtre.

Avec le sel de phosphore, il n'y a point de décomposition. La pièce s'arrondit sur les bords et se dissout avec une grande lenteur.

213. Espèce *Péridot* (page 537).

Seul, il ne dégage pas d'humidité; il se rembrunit un peu, mais sans foudre, et en conservant sa transparence et sa couleur.

Avec le borax, il se dissout lentement en un verre diaphane qui ne devient pas opaque au flamber.

Avec le sel de phosphore, il se dissout en laissant un résidu de silice; le verre diaphane et incolore à chaud devient opalin à froid.

Avec la soude, elle se transforme par une fusion difficile en une scorie brune.

214. Espèce *Diallage* (page 540).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau, pétille, et sa couleur s'éclaircit.

Sur le charbon, elle fond lentement sur les bords en une scorie grisâtre.

Avec le borax, elle se transforme difficilement en un verre diaphane un peu coloré par le fer.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose en laissant un résidu siliceux.

Avec la soude, elle donne une boule opaque d'un gris verdâtre. Si la dose de fondant est forte, elle se gonfle, se boursouffle et devient infusible.

215. Espèce *Cordièrite* (page 542).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau, se décolore et devient blanche.

Sur le charbon, elle fond lentement en un verre incolore demi-transparent.

Avec le borax, elle se dissout lentement et donne un verre diaphane qui ne devient pas opaque au flamber.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose en donnant un squelette de silice. Le verre diaphane et incolore à chaud, devient opalin à froid.

Avec peu de soude, on obtient un verre incolore, demi-translucide ou une scorie vitreuse d'un gris sombre. Si le fondant est en excès, la matière se gonfle et devient infusible.

Avec la solution de cobalt, elle donne un verre bleu ou gris bleu.

216. Espèce *Arktizite* (page 545).

Seule dans le matras, elle donne un peu d'eau, mais sans perdre sa transparence.

Sur le charbon, à un feu vif, elle fond, se boursouffle violemment, puis donne une masse glaceuse, incolore, irrégulière, demi-translucide et infusible.

Avec le borax, elle se dissout avec effervescence et donne un verre transparent.

Avec le sel de phosphore, il en est de même.

Avec la soude, la fusion est lente et donne un verre transparent qu'un excès de soude rend presque infusible.

Avec la solution de cobalt, elle donne un verre bleu.

217. Espèce *Paranthine* (page 545).

Seule, elle blanchit, puis fond en un verre incolore bulleux.

Avec le borax et le sel de phosphore, se comporte comme l'arktizite.

Avec la soude, elle fond facilement en un émail diaphane.

218. Espèce *Meionite* (page 546).

Seule, elle donne une écume bulleuse, puis bouillonne et passe à l'état d'un verre bulleux et incolore.

Avec le borax, elle se dissout lentement et avec effervescence en un verre transparent.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose avec effervescence en donnant un résidu siliceux et un verre opalin à froid.

Avec la soude, elle se dissout lentement avec boursoufflement en un verre diaphane.

Avec la solution de cobalt, la matière fond sur les bords et se colore en bleu.

219. Espèce *Dypire* (page 547).

Seul dans le matras, il donne de l'eau et reste transparent.

Avec le borax, il se dissout avec effervescence et donne un verre transparent.

Avec le sel de phosphore, la décomposition est accompagnée d'effervescence.

Avec la soude, il fond facilement en un verre diaphane qu'une plus grande quantité de fondant rend infusible et tumescent.

220. Espèce *Epidote manganésifère* (page 552).

Seul, il fond facilement et bouillonne. Le verre obtenu est noir.

Avec le borax, il fond avec effervescence en un verre transparent qui devient violet au feu d'oxydation, et vert de fer au feu de réduction.

Avec le sel de phosphore, il se boursouffle, et donne à chaud un verre coloré par le fer. L'essai abandonne un squelette de silice.

Avec la soude, il fond difficilement en un verre sombre qu'un excès de fondant change en une scorie infusible.

221. Espèce *Zoïzite* (page 550).

Seule, elle se boursouffle et se dilate transversalement en formant une infinité de bulles au premier coup de feu. Elle fond ensuite sur les bords en un verre transparent un peu jaunâtre.

Avec le borax, elle se gonfle et donne un verre diaphane.

Avec le sel de phosphore, elle se gonfle et donne pour résidu un squelette siliceux.

Avec peu de soude, elle se dissout en un verre légèrement verdâtre. Avec une plus grande quantité la masse devient tumescente, blanche, infusible.

Avec la soude sur la feuille de platine, elle donne les réactions du manganèse.

222. Espèce *Thallite* (page 551).

Seule, elle se fond sur les bords, se gonfle et se transforme en une masse ramifiée d'un brun foncé. A un feu violent, elle noircit et s'arrondit sans se liquéfier.

Avec le borax, elle commence par se boursouffler et se dissout en un verre coloré par le fer.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose facilement en se boursoufflant en laissant un résidu de silice.

Avec un peu de soude, elle se convertit difficilement en un verre sombre qu'une plus grande quantité de fondant change en une scorie infusible.

223. Espèce *Idocrase* (page 553).

Seule, elle fond aisément en un verre sombre qui, au feu d'oxydation, devient jaune et transparent.

Avec le borax, elle se dissout facilement en un verre diaphane coloré par le fer.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose en donnant un résidu de silice et un verre opalin à froid.

Avec la soude, elle fond difficilement et devient scoriacée par un excès de fondant.

— Idocrase bleue, cyprine.

Seule, un feu peu actif n'altère pas sa couleur. Elle fond aisément en se boursoufflant avec violence et elle donne une perle bulleuse noire au feu d'oxydation; rouge au feu de réduction.

Avec le borax, la dissolution est aisée et donne un verre diaphane qui verdit au feu d'oxydation. Au feu de réduction avec l'étain, la coloration rouge du cuivre se manifeste.

Avec le sel de phosphore, la matière se tuméfie et forme une masse glaceuse, verte à froid. Au feu de réduction, elle devient rouge avec l'étain.

Avec la soude, elle donne un verre noir qui, au feu de réduction et sur le charbon, donne des globules de cuivre.

224. Espèce *Gehlinite* (page 556).

Seule, elle est inaltérable.

Avec le borax, elle se dissout difficilement en un verre un peu coloré par le fer.

Avec le sel de phosphore, elle devient peu à peu transparente et se dissout sans tuméfaction.

Avec la soude, elle se gonfle sans fondre.

Avec l'acide borique, elle fond en un verre coloré par le fer.

Avec la solution de cobalt, elle donne une couleur bleue sombre impure.

225. Espèce *Andalousite* (page 557).

Seule, elle se tache en blanc et reste infusible.

Avec le borax, elle se dissout avec difficulté en un verre transparent et incolore.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose lentement sur les bords en un verre transparent.

Avec la soude, elle gonfle et se décompose sans fondre. La soude est absorbée et une masse blanche reste à la surface du charbon.

226. Espèce *Macle* (page 558).

Seule, elle donne un peu d'eau sans changer d'aspect, blanchit au feu, mais sans fondre.

Avec le borax, elle se dissout difficilement en un verre transparent.

Avec le sel de phosphore, le minéral devient incolore et transparent. En poudre, elle se dissout à très-petites doses en un verre incolore.

Avec la soude, elle se gonfle, mais ne fond ni ne se scorifie.

Avec la solution de cobalt, on obtient un bleu plus ou moins sale, suivant la pureté de la matière.

227. Espèce *Anthophyllite* (page 558).

Seule, elle est inaltérable.

Avec le borax, elle fond difficilement en un verre coloré par le fer.

Avec le sel de phosphore, elle fond lentement en laissant un squelette de silice.

Avec la soude, elle fond avec difficulté en une masse scoriacée.

228. Espèce *Pagodite* (page 560).

Seule dans le matras, elle dégage de l'eau empyreumatique et noircit.

Sur le charbon, elle blanchit au feu, devient écailleuse à la surface et semble un peu fondre dans les parties très-minces.

Avec le borax, elle se dissout avec effervescence en un verre transparent, incolore.

Avec le sel de phosphore, il n'y a point de décomposition. D'abord, il y a une vive effervescence, puis la pièce se contracte et devient insoluble.

Avec la soude, elle se gonfle et fond en un verre opaque difficilement fusible.

Avec la solution de cobalt, elle se colore en rouge vif.

229. Espèce *Almandine* (page 562).

Seule, elle brunit à chaud et reprend sa couleur à froid. Par un bon feu, elle se résout en une boule noire à surface mate, métallique. Cassure vitreuse.

Avec le borax, la dissolution est longue et donne un verre sombre coloré par le fer.

Avec le sel de phosphore, elle se gonfle, fond en un squelette blanc moucheté de noir, puis incolore par une longue insufflation. Le squelette dissous, le verre est opalin à froid.

Avec la soude, elle se décompose et se gonfle, puis fond en une perle noire à éclat métallique. Si le fondant est en excès la fusion est plus difficile.

Avec la soude sur la feuille de platine, elle donne des traces de manganèse.

230. Espèce *Pyrope* (page 562).

Seul, il se rembrunit et devient noir et opaque. En refroidissant, il passe successivement par le vert sombre, le vert de chrôme, puis devient incolore. Enfin, il reprend sa belle couleur. Il fond difficilement en se boursoufflant et donne un verre noir brillant.

Avec le borax, il se dissout en un verre vert de chrôme.

Avec le sel de phosphore, il se décompose très-lentement en laissant un résidu de silice. Le globule est opalin à froid et vert de chrôme.

Avec la soude, il se décompose, mais sans dissolution, et on obtient une boule d'un brun rouge.

231. Espèce *Spessartine* (page 563).

Seul sur le charbon, il se comporte comme l'almandine ; mais le verre saturé n'est métallique que par place.

Avec le borax, elle se dissout comme l'almandine; mais le verre saturé au feu d'oxydation devient améthyste.

Avec le sel de phosphore, elle se comporte comme l'almandine.

Avec la soude, elle se décompose. Avec peu de fondant, elle fond avec lenteur en une boule noire. Avec une forte quantité de flux, elle devient infusible.

Avec la soude sur la feuille de platine, elle donne les réactions du manganèse.

232. Espèce *Aplôme*.

A. *Mélanite*.

Seule, fond en une boule noire et brillante.

Avec le borax, elle se dissout lentement en un verre coloré par le fer.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose avec difficulté en laissant un squelette siliceux et colorant le verre en vert de fer à chaud.

Avec la soude, elle fond en un verre noir. Plus il y a de fondant, plus elle est difficile à fondre.

Avec la soude sur la feuille de platine, elle donne les réactions du manganèse.

B. *Rothoffite*.

Seule, fond avec difficulté en une boule noire mate ou demi-vitreuse.

Avec le borax, elle se dissout lentement en un verre vert sombre.

Avec le sel de phosphore, elle réagit comme la mélanite.

Avec la soude elle fond difficilement et donne un verre noir.

Avec la soude sur la feuille de platine, elle donne les réactions tranchées du manganèse.

233. Espèce *Essonite* (page 564).

A. *Romanzovite.*

Seule, elle brunit, mais sans perdre sa transparence. Elle fond en se boursoufflant un peu et donne un verre verdâtre et bulleux.

Avec le borax, elle se dissout très-difficilement. Fortement chauffée, elle verdit sur les bords, puis se dissout en totalité.

Avec le sel de phosphore, elle se comporte comme l'almandine.

Avec la soude, elle se gonfle et fond en un verre vert.

Sur la feuille de platine avec la soude, elle donne des réactions de manganèse.

B. *Colophonite.*

Seule, elle fond aisément sans brunir en un verre verdâtre transparent.

Avec le borax elle donne avec facilité un verre transparent un peu coloré par le fer.

Avec le sel de phosphore, elle réagit comme la romanzovite.

Avec la soude, elle donne un verre vert qui devient une scorie grise très-difficile à fondre par un excès de flux.

234. Espèce *Staurotide* (page 565).

Seule en grain, est infusible, mais noircit. En poudre, la masse se soude.

Avec le borax, elle forme lentement une perle d'un vert sombre.

Avec le sel de phosphore, elle fond très-lentement en donnant un verre transparent, jaune-verdâtre à chaud, mais opalin et incolore à froid. Il reste un squelette de silice en suspension.

Avec la soude, elle donne avec effervescence une scorie jaune.

Avec la solution de cobalt, elle devient d'une couleur bleue sombre pâle dans les parties fondues.

235. Espèce *Orthose* (page 567).

Seule dans le matras, l'orthose transparente ne donne point d'eau. L'espèce fendillée et opaque en dégage souvent.

Sur le charbon, à un feu violent, elle devient vitreuse, demi-transparente et blanche. Elle fond difficilement en un verre bulleux demi-transparent.

Avec le borax, la dissolution est lente et fournit, sans effervescence, un verre diaphane.

Avec le sel de phosphore, il est difficilement attaqué. Il se forme un globule opalin à froid et un squelette de silice.

Avec la soude, la dissolution très-lente est accompagnée d'effervescence. On obtient un verre transparent, difficile à fondre et bulleux.

Avec la solution de cobalt, les parties fondues se colorent en bleu.

236. Espèce *Albite* (page 569).

Elle se comporte comme l'orthose.

237. Espèce *Labradorite* (page 570).

Elle réagit comme l'orthose.

238. Espèce *Pierre de savon* (page 574).

Seule dans le matras, elle dégage de l'eau et noircit.

Sur le charbon, elle redevient blanche et fond ensuite en un verre incolore et bulleux.

Avec le borax, elle fond lentement en un verre transparent.

Avec le sel de phosphore, elle se comporte comme la pyrallolithe.

Avec la soude, par une longue insufflation, on obtient un verre demi-transparent.

Avec la solution de cobalt, on obtient un verre violet, sombre au milieu, bleu sur les bords fondus.

239. Espèce *Saussurite* (page 576).

Seule dans le matras, elle ne dégage pas d'eau et noircit.

Sur le charbon, elle fond difficilement en un verre blanc.

Avec le borax, le sel de phosphore et la soude, elle se comporte comme la pierre de savon.

Avec la solution de cobalt, elle donne un verre noir dans les parties fondues.

240. Espèce *Pétalite* (page 581).

Elle se comporte comme l'orthose.

241. Espèce *Triphane* (page 582).

Seul dans le matras, il donne de l'eau, se trouble et blanchit.

Sur le charbon, il se boursouffle, puis fond en un verre incolore et transparent.

Avec le borax, la dissolution est très-difficile. La matière se tuméfie, devient diaphane et s'arrondit.

Avec le sel de phosphore, il se tuméfie et se décompose assez facilement en donnant un squelette de silice.

Avec la soude, il se gonfle et fond en un verre transparent qu'une plus grande quantité de flux rend opaque et infusible.

Avec la solution de cobalt, il donne un verre bleu.

242. Espèce *Néphéline* (page 583).

Seule sur le charbon, elle s'arrondit sur les bords, et donne un verre bulleux et incolore qui ne peut pas s'arrondir en boule.

Avec le borax, elle se dissout lentement en un verre transparent et incolore.

Avec le sel de phosphore, elle donne une perle opaline à froid et tenant en suspension un squelette de silice.

Avec la soude, elle se gonfle, puis se dissout en un verre incolore et bulleux.

Avec la solution de cobalt, la partie non fondue est d'un gris verdâtre, les bords fondus sont bleu-gris.

243. Espèce *Eléolithe* (page 584).

Seule dans le matras, elle donne un peu d'eau sans changer d'aspect.

Sur le charbon, elle fond assez facilement avec intumescence et donne un verre incolore bulleux.

Avec le borax, elle se dissout aisément, sauf une partie qui nécessite une insufflation prolongée pour se dissoudre.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose difficilement et donne un résidu siliceux. Le verre est opalin à froid.

Avec la soude, la fusion est très-difficile. Le verre est transparent.

Avec la solution de cobalt, elle se colore en bleu dans les parties fondues.

244. Espèce *Amphigène* (page 586).

Sur le charbon, il est infusible.

Avec un peu de calcaire, il fond facilement.

Avec le borax, il se dissout lentement en un verre diaphane.

Avec le sel de phosphore, il se transforme en une perle diaphane non complètement dissoute.

Avec la soude, la dissolution est très-lente, et se fait avec effervescence en donnant un verre bulleux, mais transparent.

Avec la solution de cobalt, la matière bleuit sans fondre.

245. Espèce *Sodalithe* (page 586).

Seule sur le charbon, elle ne subit aucune altération ; mais par une longue insufflation, elle s'arrondit sur les bords sans se boursouffler et en conservant sa transparence.

Avec le borax, elle se dissout en petite quantité et très-difficilement en un verre incolore et transparent.

Avec le sel de phosphore, elle fond difficilement et en petite quantité. A froid le verre est opalin.

Avec la soude, elle donne un verre transparent avec un noyau opaque. Une grande quantité de soude gonfle le minéral et le rend infusible.

Avec la solution de cobalt, les bords fondus se colorent en bleu.

246. Espèce *Lazulite* (page 587).

Sur le charbon, elle fond difficilement en un verre opaque blanc mêlé de bleu. La partie non fondue devient d'un vert sombre.

Seule dans le matras, elle donne un peu d'eau sans changer d'aspect.

Avec le borax, elle se dissout avec effervescence en un verre transparent et incolore.

Avec le sel de phosphore, elle se dissout avec effervescence et donne un verre incolore qui devient opaque à froid.

Avec la soude, la solution n'est que partielle et donne un verre opaque gris-verdâtre qui, à froid, devient rouge.

247. Espèce *Hauyne* (page 588).

Sur le charbon, elle se décolore et donne un verre bulleux.

Avec le borax, elle se dissout avec effervescence en un verre diaphane qui jaunit à froid. Le verre saturé est opaque par le refroidissement.

Avec le sel de phosphore, il fond avec effervescence et donne un verre opalin avec un squelette de silice.

Avec la soude, la dissolution est difficile et donne une scorie vitreuse sur les bords et qui, à froid, offre la couleur rouge du foie de soufre.

248. Espèce *Ittnérite* (page 589).

Seule dans le matras, elle donne un peu d'eau sans être altérée.

Sur le charbon, elle se boursouffle, bouillonne et donne un verre anfractueux, incolore.

Avec le borax, elle se dissout en petite quantité et très-difficilement en formant un verre incolore et transparent.

Avec le sel de phosphore, elle est décomposée avec difficulté. Le verre est opalin à froid.

Avec la soude, elle fond avec lenteur en un verre opaque.

Avec la solution de cobalt, elle se colore en bleu dans les parties fondues.

249. Espèce *Chabasie* (page 590).

Elle se comporte comme la scolézite.

250. Espèce *Laumonite* (page 592).

Elle agit comme la scolézite.

251. Espèce *Analcime* (page 593).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau.

Sur le charbon, elle devient transparente, puis fond en un verre diaphane un peu bulleux.

Avec le borax, elle est difficile à fondre et laisse un résidu siliceux. Le verre est transparent.

Avec le sel de phosphore, elle fond lentement et laisse un squelette de silice. Le verre est transparent et ne devient opalin qu'après une longue insufflation.

Avec la soude, elle donne un verre transparent.

Avec la solution de cobalt, elle donne un verre bleu.

252. Espèce *Mésotype* (page 594).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau.

Sur le charbon, elle fond en un verre bulleux incolore.

Avec le borax, la solution est difficile. La matière se tuméfie, mais une partie reste en masse blanche. Le verre est incolore et transparent.

Avec le sel de phosphore, la décomposition est facile et laisse un résidu de silice. Le verre est opalin à froid.

Avec la soude, la mésotype fond en un verre transparent.

253. Espèce *Scolézite* (page 595).

Seule dans le matras, elle dégage de l'eau et devient blanc de lait, puis elle fond en se boursoufflant et en donnant un verre incolore et bulleux.

Avec le borax, le sel de phosphore et la soude, elle se comporte comme l'arktizite.

254. Espèce *Mésolithe* (page 597).

Elle se comporte comme la mésotype.

255. Espèce *Apophyllite* (page 599).

Seule dans le matras, elle dégage de l'eau et tourne au blanc de lait.

Sur le charbon, elle se fendille et s'étend en longueur. A un feu vif, elle se boursouffle et fond en un verre incolore et bulleux.

Avec le borax, elle fond aisément en un verre transparent qui, saturé, devient opaque au flamber.

Avec le sel de phosphore, elle se décompose aisément en laissant un squelette de silice qui se tuméfie et remplit toute la perle.

Avec la soude, elle fond en un verre transparent qui, par une nouvelle quantité de flux, devient opaque à froid.

256. Espèce *Stilbite* (page 604).

Elle se comporte comme la scolézite.

257. Espèce *Zéolite farineux* (page 608).

Elle se comporte comme la précédente.

258. Espèce *Prehnite* (page 610).

Seule, elle donne un peu d'eau et reste transparente, puis elle se boursouffle et fond en un verre blanc bulleux.

Avec le borax, elle fond facilement en un verre diaphane, qui se trouble et fond difficilement lorsqu'il est saturé.

Avec le sel de phosphore, elle fond en un verre diaphane, opalin à froid et qui contient un squelette de silice.

Avec la soude, elle se convertit, en se boursoufflant, en un verre transparent peu liquide. Avec beaucoup de fondant on obtient une scorie demi-vitreuse.

259. Espèce *Harmotome* (page 615).

Seule dans le matras, elle donne de l'eau et devient opaque.

Sur le charbon, elle fond aisément en un verre diaphane, non bulleux.

Avec le borax, elle se dissout difficilement en un verre incolore.

Avec le sel de phosphore, elle laisse un squelette de silice et donne un verre transparent à chaud, opalin à froid.

Avec peu de soude, elle donne un verre diaphane. Si la dose de flux est plus grande, le verre devient blanc de lait au flamber, opaque à froid.

Avec la solution de cobalt, les bords fondus se colorent en bleu.

260. Espèce *Emeraude* (page 616).

Seule, elle s'arrondit à un bon feu dans les parties les plus minces et donne une scorie bulleuse et incolore.

Avec le borax, elle donne un verre incolore et transparent. L'espèce d'un beau vert donne un émail légèrement coloré.

Avec le sel de phosphore, elle se dissout lentement. La pièce d'essai diminue et finit par disparaître. Le verre est opalin à froid.

Avec la soude, la dissolution donne un verre incolore et transparent.

Avec la solution de cobalt, on obtient une légère couleur bleue très-impure.

261. Espèce *Euclase* (page 617).

Seule à un feu ardent, elle se boursouffle, blanchit et forme un chou-fleur, puis fond lentement en un verre blanc sur les bords.

Avec le borax, elle se gonfle avec effervescence et blanchit. Par une chaleur plus forte elle donne un verre transparent et incolore.

Avec le sel de phosphore, elle fait une vive effervescence, puis donne un verre transparent à chaud, opalin à froid et qui contient un squelette de silice.

Avec un peu de soude, elle se résout en une perle opaque. Plus de flux rend la perle transparente à chaud, opaque à froid. Au feu de réduction, elle donne de l'étain.

262. Espèce *Cymophane* (page 618).

Seule, elle est inaltérable.

Avec le borax, elle fond lentement en un verre diaphane qui n'est pas opalin à froid.

Avec le sel de phosphore, la dissolution est lente et donne un verre transparent.

Avec la soude, la pièce d'essai devient mate à la surface, mais sans fondre.

Avec la solution de cobalt, la cymophane pulvérisée donne une belle couleur bleue.

263. Espèce *Zircon* (page 619).

Seul, le zircon rouge perd sa couleur, mais tous sont infusibles.

Avec le borax, il fond difficilement en un verre diaphane qui, saturé, devient opaque au flamber et s'obscurcit à froid.

Avec le sel de phosphore, il n'y a pas de réaction visible.

Avec la soude, les bords sont un peu attaqués et le flux pénètre dans le charbon.

Avec la soude sur le platine, on obtient les réactions du manganèse.

54. Genre *Aluminates.*

264. Espèce *Spinelle* (page 623).

Seul, il est inattaquable.

Avec le borax, il donne lentement un verre peu coloré. S'il contient de la chaux, le verre devient opaque au flamber.

Avec le sel de phosphore, il se dissout après pulvérisation et donne un verre coloré par le fer.

Avec la soude, il est insoluble, mais se tuméfie.

Avec la soude sur la feuille de platine, il dénote la présence du manganèse.

265. Espèce *Pléonaste* (page 623).

Seul, il est inaltérable, mais devient bleu à un feu violent.

Avec le borax, il donne un verre transparent d'un vert sombre.

Avec le sel de phosphore et pulvérisé, il fond aisément en un verre transparent coloré par le fer.

Avec la soude, il se tuméfie et donne une scorie noire.

DEUXIÈME DIVISION.

CORPS ORGANIQUES OU ORGANISÉS.

Ier ORDRE. — ACIDIFÈRES.

46. Genre *Mellates.*

266. Espèce *Mellite.*

Seule dans le matras, elle donne de l'eau, blanchit et devient opaque. Au rouge, elle se charbonne.

Sur le charbon, elle noircit, puis blanchit et se contracte fortement.

Avec les flux, le résidu de la combustion sur le charbon se comporte comme l'alumine pure.

APPENDICE.

PHÉNOMÈNES CARACTÉRISTIQUES DES CALCULS URINAIRES TRAITÉS AU CHALUMEAU.

Nous empruntons ces réactions au travail de Berzélius, intitulé : *De l'emploi du chalumeau.* — Il serait à désirer que ces réactions fussent souvent employées par les chirurgiens et même que l'analyse chimique des calculs eût lieu d'une manière exacte; car on pourrait arriver ainsi à une connaissance réelle de ces substances, connaissance qui pourrait peut-être rendre compte de leur formation.

Calculs d'acide urique.

Sur le charbon ou le platine, ils se charbonnent, fument et donnent une odeur animale. Au feu d'oxydation, ils diminuent continuellement de masse et laissent un résidu minime de cendres très-alcalines.

On doit, pour arriver à un résultat exact et certain, placer quelques particules du calcul sur une feuille de platine et y ajouter quelques gouttes d'acide azotique. En chauffant à la flamme de la lampe à alcool et desséchant la matière, on obtient un vernis d'une belle couleur rouge. On peut également développer cette couleur rouge en exposant le dépôt sec à la vapeur de l'ammoniaque.

Calculs d'urate de sodium.

Seuls sur le charbon, ils noircissent, donnent une odeur empyreumatique animale, se réduisant en cendre avec difficulté et laissant une substance grise, fortement alcaline qu'on vitrifie par un peu de silice.

Calculs d'urate d'ammoniaque.

Ils se comportent comme ceux d'acide urique.

Par la dissolution de potasse caustique, ils donnent de l'ammoniaque par une douce chaleur.

Calculs de phosphate de calcium.

Sur le charbon, ils noircissent, donnent une odeur empyreumatique azotée, puis blanchissent.

Avec les flux, ils se comportent comme la phosphorite.

Calculs de phosphate ammoniaco-magnésien.

Sur la feuille de platine, ils dégagent une forte odeur animale, noircissent, se gonflent, puis deviennent d'un blanc grisâtre. Enfin, ils fondent aisément en un émail blanc-grisâtre.

Avec le borax et le sel de phosphore, ils fondent en un verre transparent qui, saturé, devient d'un blanc de lait à froid.

Avec la soude, ils donnent une scorie blanche, bulleuse, qu'une plus grande quantité de flux rend infusible.

Avec l'acide borique et le fer, ils fournissent du phosphore de fer.

Avec la solution de cobalt, le verre est rouge sombre.

Calculs d'oxalate de calcium.

Ils dégagent *seuls* une odeur urineuse, puis deviennent

mats et blanchissent. Le résidu est effervescent avec l'acide azotique.

Sur le charbon, ils laissent un résidu de chaux caustique.

Calculs siliceux.

Seuls, ils laissent une cendre infusible qui, avec la soude, donne lentement un verre plus ou moins transparent.

Calculs d'oxyde cystique.

Ils se comportent comme ceux d'acide urique. Ils brûlent sans fondre en donnant une flamme vert-bleuâtre et une odeur approchant de celle du cyanogène. La cendre est alcaline et fond en un blanc-grisâtre.

FIN.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

MATIÈRES.

A

Pages.

Acide azotique (caractères pyrognostiques de l'). . 184
Acide borique vitrifié employé comme réactif. . . 56
Acide carbonique (caractères pyrognostiques de l'). 187
— chlorhydrique (id. id.). 186
— fluorhydrique (id. id.). 186
— iodique (id. id.). 186
— molybdique (id. id.). 180
— phosphorique (id. id.). 186
— silicique (id. id.). 168
— silicique (son emploi comme réactif). . . . 56
— sulfurique (caractères pyrognostiques de l'). . 185
— tantalique (id. id.). . 182
— titanique (id. id.). . 183
— tungstique (id. id.). . 181
— vanadique (id. id.). . 182
Acerdèse (caractères pyrognostiques de l'). . . . 200
Actinote (id. id.). . . . 256
Agate (id. id.). 231
Aiguille aimantée (son usage pour reconnaître l'électricité des minéraux). 44
Aimant (caractères pyrognostiques de l'). . . 206
Alabandine (id. id.). . . 199

Albite (caractères pyrognostiques de l'). . . 266
Allophane (id. id.). . . 250
Almandine (id. id.). . . 263
Alun (id. id.). . . 241
Alunite (caractères pyrognostiques de l'). . . 242
Amalgame (id. id.). . . 228
Amblygonite (id. id.). . . 237
Ammonalun (id. id.). . . 242
Amphigène (id. id.). . . 268
Analcme (id. id.). . . 270
Anatase (id. id.). . . 197
Ancramite (id. id.). . . 212
Andalousite (id. id.). . . 261
Anglésite (id. id.) . . 224
Animaux en émail (moyen de les préparer). . . . 19
Antimoine natif (caractères pyrognostiques de l'). . 191
Antimoine (caractères pyrognostiques des alliages d'). 84
Antimonickel (caractères pyrognostiques de l'). . 193
Anthophyllite (id. id.). . 262
Aphanèse (id. id.). . 222
Aplome (id. id.). . 264
Apophyllite (id. id.). . 271
Aragonite (id. id.). . 243
Aréomètre à boule (moyen de le souffler). 12
— à cylindre (moyen de le souffler). . . . 13
Argent (dosage de l'argent au chalumeau). . . . 68
Argiles (caractères pyrognostiques des). 250
— (employée comme support dans les essais). . . . 40
Argyrithrose (caractères pyrognostiques de l'). . . 230
Argyrose (id. id.). . . 229
Arktizite (id. id.). . . 258
Arsenic natif (id. id.). . . 189
— (alliages d') (caractères pyrognostiques de l'). . 184
Arséniure d'antimoine (caract. pyrognostiques de l') . 193

Atakamite (caractères pyrognostiques de l'). 220
Axinite (id. id.). 247
Azurite (id. id.). 220
Azotate de potassium (son emploi comme réactif). . 56
— de cobalt (id. id.). . 57

B

Baïérine (caractères pyrognostiques de la). 193
Balance (son emploi dans les dosages au chalumeau). 46
Barytine (caractères pyrognostiques de la). 240
Basicérine (id. id.). 254
Bec de platine pour les chalumeaux. 29
Berzeline (caractères pyrognostiques de la). 187
Bismuth natif (caractères pyrognostiques du). 227
Bismuth plombo-cuprifère (caract. pyrognost. du). . 228
Bismuthine (caractères pyrognostiques de la). 228
Bismuthocre (id. id.). 228
Blatterine (id. id.). 191
Blende (id. id.). 213
Boîte à réactifs. 43
Boîte de tôle pour le charbon. 43
Borax, comme réactif du chalumeau. 55
— (caractères pyrognostiques du). 244
Bore (caractères pyrognostiques des composés du). . 188
Bornine (id. id. id.). . 190
Boucher un tube (moyen de). 6
Boule (souffler une) à un tube. 8
Bougies employées comme combustible. 32
Bournonite (caractères pyrognostiques de la). . . 192
Bothryolithe (id. id.). . . . 244
Brasque des creusets. 52
Briquet ordinaire (son usage). 45
Brochantite (caractères pyrognostiques de la). . . 221
Brucite (id. id.). . . . 232
Bruxelles (diverses espèces). 42

C

Calamine (caractères pyrognostiques de la) 213
Calaïte (id. id.). 237
Calcaire (id. id.). 243
Calcination (précaution à prendre pour opérer une). 60
Calculs d'acide urique (caractères pyrognostiques des). 275
— d'urate de sodium (caract. pyrognostiques des). 276
— d'urate d'ammoniaque (caract. pyrognost. des). 276
— de phosphate de calcium (id. id.). 276
— de phosphate ammoniaco-magnésien (car.pyr.des). 276
— d'oxalate de calcium (caractères pyrognost. des). 276
— siliceux (caractères pyrognostiques des) . . . 277
— d'oxyde cystique (caractères pyrognostiques des). 277
Calomel (caractères pyrognostiques du). 229
Capsules de porcelaine 44
Capsules de terre (moyen de préparer des). . . . 51
Caractères pyrognostiques des oxydes. 165
Carbonate de sodium comme réactif. 53
Carbone (caractères pyrognostiques des composés de). 188
Carbures (moyen de les distinguer). 185
Carpholite (caractères pyrognostiques de la). . . . 203
Cassitérite (id. id.). . . . 194
Célestine (id. id.). . . . 240
Cendre d'os (préparation et emploi de la) 58
Cérérite (caractères pyrognostiques de la). . . . 211
Cérine (id. id.). . . . 210
Céruse (id. id.). . . . 224
Chabasie(id. id.). . . . 270
Chalcosine(id. id.). . . . 218
Chalkolite (caractères pyrognostiques de la). . . . 213
Chalkopyrite (id. id.). . . . 219
Chalumeau en verre (moyen de souffler un). . . . 11
— de Danger. 2
— de Pernot de Roussenne. 31

Chalumeau de Bergmann. 29
— de Gahn. 29
— de Tennaut. 29
— de Woigt. 29
— de Wollaston. 29
— à air comprimé. 31
— à haute température. 37
— de Broke. 37
Chandelles (emploi comme combustible des). . . . 32
Charbon (emploi comme support du). 39
Chlorite (caractères pyrognostiques de la). . . . 255
Chrômocre (id. id.). . . . 199
Chrysocolle(id. id.). . . . 222
Cinabre (id. id.). . . . 228
Cisailles. 42
Ciseaux. 4-44
Cloches droites et courbes (moyen de faire les). . . 10
Cobaltine (caractères pyrognostiques de la). . . . 216
Cobaltide (id. id.). . . . 216
Cobaldine(id. id.). . . . 215
Coloration de la flamme du chalumeau. 64
Colombite (caractères pyrognostiques de la). . . . 194
Combustibles employés pour le chalumeau. . . . 32
Combustion des essais. 61
Condrodite (caractères pyrognostiques de la). . . 248
Cordiérite (id. id.). . . 258
Coupelles (moyen de préparer les) 50
Coupellation (mode d'opérer la). 63
Courber un tube. 6
Couteau employé pour les matières d'essai 42
Craitonite (caractères pyrognostiques de la). . . . 206
Creusets en terre (préparation des). 53
Crocoïse (caractères pyrognostiques de la). . . . 225
Cuiller en platine. 40

Cuiller en ivoire. 47
Cuivre (dosage du) au chalumeau. 134
Cymophane (caractères pyrognostiques de la). . . 273
Cyanose (id. id.). . . 221

D

Dard (nature et effets du) du chalumeau. 34
Datholite (caractères pyrognostiques de la). . . . 244
Détermination des substances résultant de la combinaison des corps combustibles. 185
Diallage (caractères pyrognostiques du). 257
Diallogite (id. id.). 201
Diaspore (id. id.). 232
Diopside (id. id.). 253
Dioptase (id. id.). 222
Discrase (id. id.). 229
Disthène (emploi du) comme support. 40
Disthène (caractères pyrognostiques du). 248
Distillation sèche (moyen d'opérer la). 60
Disomose (caractères pyrognostiques de la). . . . 217
Dolomie (id. id.). . . . 243
Dypire (id. id.). . . . 259

E

Eau (détermination de l') 60
Ekébergite (caractères pyrognostiques de l'). . . . 249
Eléolithe (id. id.). . . . 268
Electrum (id. id.). . . . 230
Emaux en général. 21
Email blanc (composition de l'). 21
— brun (id.). 22-23
— jaune (id.). 22-23
— noir (id.). 22-23
— orangé (id.). 23-23

Email rouge (composition de l'). 23-26
— vert (id.). 23-27
— brnn Vandick (composition de l'). 25
— bleu (composition de l'). 26
— violet(id.). 26
— gris (id.). 27
Emploi de la règle graduée dans les essais quantitatifs d'or et d'argent au chalumeau. 108
Emeraude (caractères pyrognostiques de l'). . . . 272
Enclume. 42
Entonnoirs soufflés (moyen de préparer les). . . . 11
Eolipyles diverses. 3
Epingles à tête d'émail (moyen de faire les). . . . 16
Epsonite (caractères pyrognostiques de l'). . . . 239
Erinite (id. id.). . . . 222
Erythrine(id. id.). . . . 216
Essais quantitatifs au chalumeau. 67
— — de l'or. 93
— — de l'argent. 68
— — du cuivre. 134
— — du plomb. 152
— — de l'étain. 161
Essonite (caractères pyrognostiques de l'). . . . 265
Etain (dosage de l') au chalumeau. 161
Etui en fer-blanc. 43
— en bois 43
Euchaïrite (caractères pyrognostiques de l'). . . . 189
Euclase (id. id.). . . . 273
Exanthalose (id. id.). . . . 240
Exitèle (id. id.). . . . 192

F

Feuilles de platine. 40
Filage du verre. 16

Fils-de-fer (emploi des) 40-57
Fils de platine. 40
Flacon de fer-blanc pour l'huile 43
Flamme réduisante. 36
Flamme oxydante. 36
— rouge. 65
— verte. 66
— bleue. 66
Flucérine (caractères pyrognostiques de la). . . . 234
— de Bastnaes (caractères pyrognostiques de la). . 235
Fluorine (caractères pyrognostiques de la). . . . 233
Fluorure de calcium (emploi du) comme fondant. . 56
Fondants.. 23
Forge du pyrognoste. 30
Fusion (mode opératoire de la). 62

G

Gadolinite (caractères pyrognostiques de la) . . . 251
Gahnite (id. id.). . . . 212
Galène (id. id.). . . . 223
Gallizinite(id. id.). . . . 214
Gehlinite (id. id.). . . . 261
Giobertite(id. id.). . . . 242
Glaubérite(id. id.). . . . 241
Globes de verre pour fleuriste (fabrication des). . . 16
Grammatite (caractères pyrognostiques de la). . . 256
Graphite (id. id.). . . 188
— (emploi de la poudre de). 47
Grillage (mode opératoire du) 61
Gypse (caractères pyrognostiques du) 239

H

Halloysite (caractères pyrognostiques de l'). . . . 250
Harkise (id. id.). . . . 217

Harmotome (caractères pyrognostiques de l'). . . . 272
Hauyne (id. id.). . . . 269
Hédenbergite (id. id.). . . . 255
Helvine (id. id.). . . . 204
Hyalite (id. id.). . . . 231
Hypersthène (id. id.). . . . 256

I

Idocrase (caractères pyrognostiques de l'). . . . 260
Instruments accessoires du chalumeau. 41
— pour fabriquer les creusets. 54
Iridosmine (cararactères pyrognostiques de l'). . . 231
Ischelite (id. id.). . . 241
Ittnérite (id. id.). . . 269

K

Karstenite (caractères pyrognostiques de la). . . 239
Kérasine (id. id.). . . 225
Kérargyre (id. id.). . . 230
Kermès (id. id.). . . 193
Klaprothine(id. id.). . . 236

L

Labradorite (caractères pyrognostiques de la). . . 266
Lampe d'émailleur. 1
— de Danger. 4
— ordinaire. 4
— à alcool. 33
— de Berzélius. 33
Lampadite (caractères pyrognostiques de la). . . 204
Laumonite (id. id.). . . 270
Lazulite (id. id.). . . 269
Leadhillite (id. id.). . . 224
Leberkise (id. id.). . . 205

Lepidolithe (caractères pyrognostiques de la). . . 254
Lépidokrokite (id. id.). . . 207
Lièvrite (id. id.). . . 208
Limonite (id. id.). . . 206
Lime triangulaire. 5-42
Loupe. 42

M

Macle (caractères pyrognostiques de la). 262
Magnésite (caractères pyrognostiques de). . . . 253
Main en laiton pour les mélanges. 47
Malachite (caractères pyrognostiques de la). . . . 220
Mandrin à cartouche de papier iodé. 53
Massicot (caractères pyrognostiques du). 223
Marceline (id. id.). 202
Marteaux. 42
Matras de verre pour essais au chalumeau. . . . 41
Méionite (caractères pyrognostiques de la). . . . 259
Mélaconise (caractères pyrognostiques de la). . . . 220
Mélantérie (id. id.). 206
Mélanite (id. id.). 264
Mélinose (id. id.). 226
Mellite (id. id.). 274
Mésotype (id. id.). 270
Mésolithe (id. id.). 271
Mesure pour le plomb pauvre. 53
Meule à aiguiser. 5
Mica (caractères pyrognostiques du). 253
Minium (id. id.). 223
Mimétèse (id. id.). 225
Mispickel (caractères pyrognostiques du). . . . 205
Molybdénite (caractères pyrognostiques du). . . 198
Molybdénocre (id. id.). . . 198
Mortier d'agate. 42
— d'abich. 46

N

Néoplase (caractères pyrognostiques de la). . . . 206
Néphéline(id. id.). . . . 267
Nickéline (id. id.). . . . 217
Nickélocre(id. id.). . . . 218

O

Oligiste (caractères pyrognostiques de l'). . . . 206
Olivénite(id. id.). . . . 221
Opérations au chalumeau. 59
Opsimose (caractères pyrognostiques de l'). . . . 202
Opale (id. id). . . . 232
Or (dosage de l') au chalumeau. 93
Orpiment (caractères pyrognostiques de l'). . . . 189
Orthite (id. id.). . . . 210
Orthose (id. id.). . . . 266
Oxyde d'aluminium (caractères pyrognostiques de l'). 167
— d'antimoine (id. id.). 178
— d'argent (id. id.). 176
— de barium (id. id.). 165
— de bismuth (id. id.). 174
— de calcium (id. id.). 166
— de cadmium (id. id.). 173
— de cérium (id. id.). 169
— de chrôme (id. id.). 179
— de cobalt (id. id.). 171
— de cuivre (id. id.). 175
— d'étain (id. id.). 178
— de fer (id. id.). 172
— de glucinium(id. id.). 168
— d'iridium (id. id.). 177
— de lithium (id. id.). 165
— de magnésium(id. id.). 167

Oxyde de manganèse (caractères pyrognostiques de l'). 170
— de mercure (id. id.). 177
— de nickel (id. id.). 171
— d'or (id. id.). 177
— de palladium (id. id.). 177
— de platine (id. id.). 177
— de plomb (id. id.). 173
— de potassium (id. id.). 165
— de rhodium (id. id.). 177
— de sodium (id. id.). 165
— de strontium (id. id.). 166
— de tellure (id. id.). 180
— de thorinium (id. id.). 168
— d'uranium (id. id.). 175
— d'yttrium (id. id.). 168
— de zinc (id. id.). 170
— de zirconium (id. id.). 168

P

Pagodite (caractères pyrognostiques de la). . . . 262
Palladium natif (caractères pyrognostiques du). . . 231
Panabase (id. id.). . . 219
Papier sodé (fabrication du). 58
Paranthine (caractères pyrognostiques de la). . . 258
Perces-charbon 47
Péchurane (caractères pyrognostiques de la). . . . 214
Péridot (id. id.). . . . 257
Perles artificielles 17
Pétalite (caractères pyrognostiques de la) 267
Pharmacolite (caractères pyrognostiques de la). . . 238
Pharmacosidérite (caractères pyrognostiques de la) . 208
Phosphorite (caractères pyrognostiques du). . . . 236
Pierre de savon (caractères pyrognostiques de la). . 266
Pimélite (caractères pyrognostiques du). 218

Pinite (caractères pyrognostiques du). 249
Pinces plates. 42
— en laiton. 42
— en acier. 42
— à bouts de platine. 42
Pinceau. 47
Pipettes en verre (mode de fabrication des). . . . 11
Pittzite (caractères pyrognostiques de la). . . . 207
Plateau de tôle de la lampe. 43
Platine (cuiller de). 40
— (feuilles de). 40
— (fils de). 40
— natif (caractères pyrognostiques du). . . 231
Pléonaste (caractères pyrognostiques de la). . . . 274
Plomb (dosage du) au chalumeau. 152
Plomb gomme (caractères pyrognostiques du). . . 223
Plomb pauvre. 57
Poids. 46
Porte-charbon. 48
Poussière de charbon. 47
Prehnite (caractères pyrognostiques de la). . . . 271
Psaturose (id. id.). . . . 230
Pycnite (id. id.). . . . 248
Pyrallolithe (id. id.). . . . 252
Pyrite (id. id.). . . . 201
Pyrodmalithe (caractères pyrognostiques de la). . . 202
Pyrolusite (id. id.). . . 200
Pyromorphite (id. id.). . . 224
Pyrope (id. id.). . . 263
Pyrorthite (id. id.). . . 211

Q

Quartz hyalin (caractères pyrognostiques du). . . 231

R

Réactifs de la voie sèche. 55
Réalgar (caractères pyrognostiques du). 189
Réduction (moyen d'opérer la). 62
Règle d'Harkort. 102
— de Plattner. 105
Résinite (caractères pyrognostiques du). 232
Rhodonite (caractères pyrognostiques du). 201
Rothoffite (id. id.). 264
Rutile (id. id.). 197

S

Salpêtre (caractères pyrognostiques du). 238
— (emploi du) comme réactif 56
Sassoline (caractères pyrognostiques de la). 188
Saussurite (id. id.). 267
Schéelitine (id. id.). 198
Scie à main. 47
Scolézite (caractères pyrognostiques de la). 271
Scorodite (id. id.). 208
Sel de phosphore (emploi du) comme réactif. 55
Sel marin (caractères pyrognostiques du). 233
Sélénium (caractères pyrognost. des composés de). . 187
Séléniures (détermination des). 184
Serpentine (caractères pyrognostiques de la). . . . 252
Sidéritine (id. id.). 209
Sidérochrôme (caractères pyrognostiques du). 209
Sidérose (id. id.). 207
Silex (id. id.). 231
Silicates (id. id.). 248
Siphon simple (moyen de faire un). 10
— composé (moyen de faire un). 10
Smaltine (caractères pyrognostiques de la). 216

Smithsonite (caractères pyrognostiques de la). . . . 213
— cuprifère (caractères pyrognostiques du). . 213
Sodalite (caractères pyrognostiques de la). 268
Sordawalite (caractères pyrognostiques du) . . . 254
Souder deux tubes à la lampe. 7
Spatules. 47
Spessartine (caractères pyrognostiques de la). . . 263
Sphène (id. id.). . . 197
Spinelle (id. id.). . . 274
Stannine (id. id.). . . 194
Staurotide (id. id.). . . 265
Stibiconise (id. id.). . . 193
Stibine (id. id.). . . 191
Stilbite (id. id.). . . 271
Stipnosidérite(id. id.). . . 207
Stromeyerine(id. id.). . . 219
Strontianite (id. id.). . . 243
Sulfate de calcium (emploi du) comme réactif). . . 56
Sulfures (détermination des). 184
Supports pour les essais. 39
Supports pour la matrice de coupelles. 51
Sylvane (caractères pyrognostiques de la) 190

T

Table de la lampe. 43
Tableau du poids du bouton d'argent obtenu dans les essais quantitatifs au chalumeau. 82
Tableau du poids des boutons d'or et d'argent en loths et en centièmes calculés en $\frac{1}{10}$ de degré. 110
Tantalite (caractères pyrognostiques de la). . . . 195
Télésie (id. id.). . . . 252
Tellure (reconnaissance des alliages de). 185
Tellure natif (caractères pyrognostiques du). . . 190

Tennantite (caractères pyrognostiques du). . . 220
Tétradymite (id. id.). . . 190
Thallite (id. id.). . . 260
Thermomètre (souffler un tube de). 11
Topaze (caractères pyrognostiques de la). . . . 247
Torrelite (id. id.). . . . 196
Tourmaline noire (carractères pyrognostiques de la) 245
— verte (id. id.). 245
— rouge (id. id.). 245
— bleue (id. id.). 246
— bleu clair (caract. pyrognostiques de la). 246
— rouge et vert clair (caract. pyrog. de la). 246
Travaux préparatoires.. 6
Triangle chevrette. 44
Triklasite (caractères pyrognostiques de la). . . . 249
Triphane (id id.). . . . 267
Triplite (id. id.). . . . 200
Trousse de voyage. 45
Tube fermé pour les essais. 41
— ouvert pour les essais. 41
— de Woulf (souffler un). 9
— en S simple (id.). 10
— en S à boule (id.). 12
— de Walter (id.). 13
— de Liébig (id.). 13

U

Uraconise (caractères pyrognostiques de l'). . . . 214
Uranite (id. id.). . . . 215
Ustensiles divers. 9

V

Vauquelinite (caractères pyrognostiques de la). . . 226
Vivianite (id. id.). . . 207

W

Wawellite (caractères pyrognostiqu
Webstérite (id. id.
Weisgultigers clair (caractères py
— sombre (id.
Withérite (caractères pyrognostiqu
Wolfram (id. id.
Wollastonite (id. id.

Y

Yeux d'émail (moyen de faire les).
Ypoléine (caractères pyrognostique
Yittrocérite (id. id.
Yttrotantale (caractères pyrognostic

Z

Zéolite farineuse (caractères pyrogn
Ziguéline (caractères pyrognostiques
Zircon (id. id.
Zoizite (id. id.

FIN DE LA TAB

BAR-SUR-SEIN

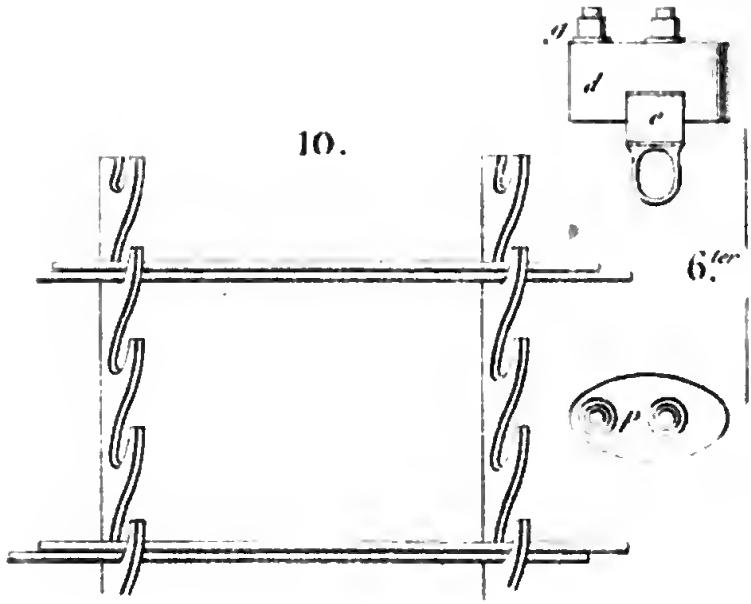
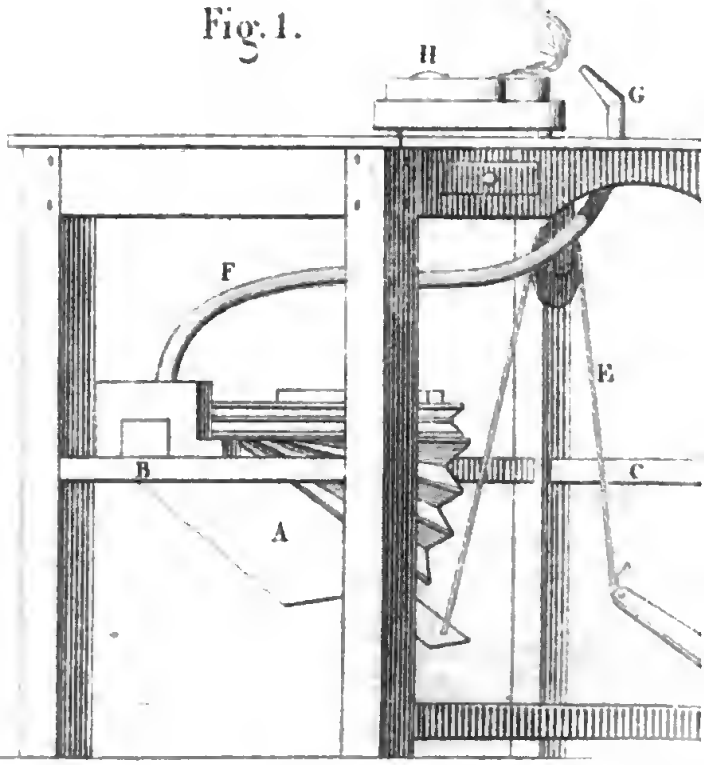


Fig. 1.



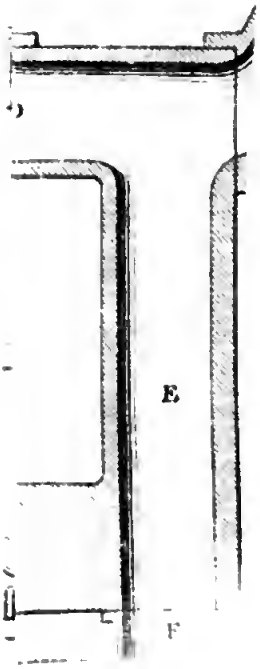
Digitized by Google

297

2.9.231

6.

5 A.



Haut

Digitized by Google

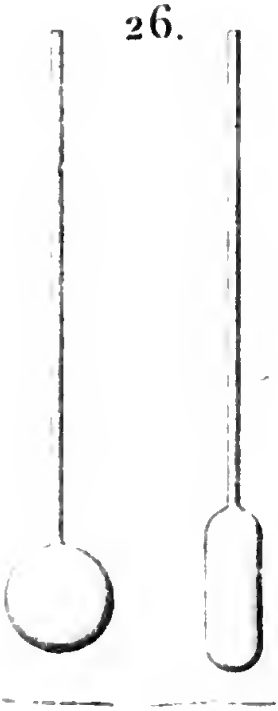
Fig. 23.

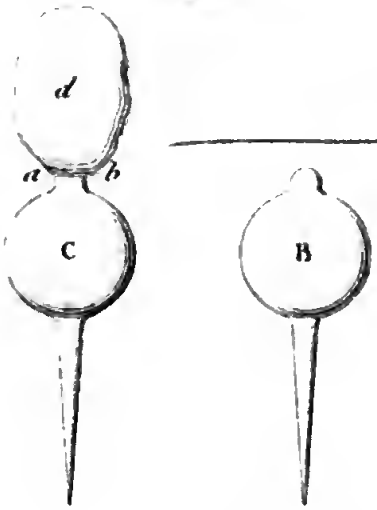
24.

25.

29.

26.





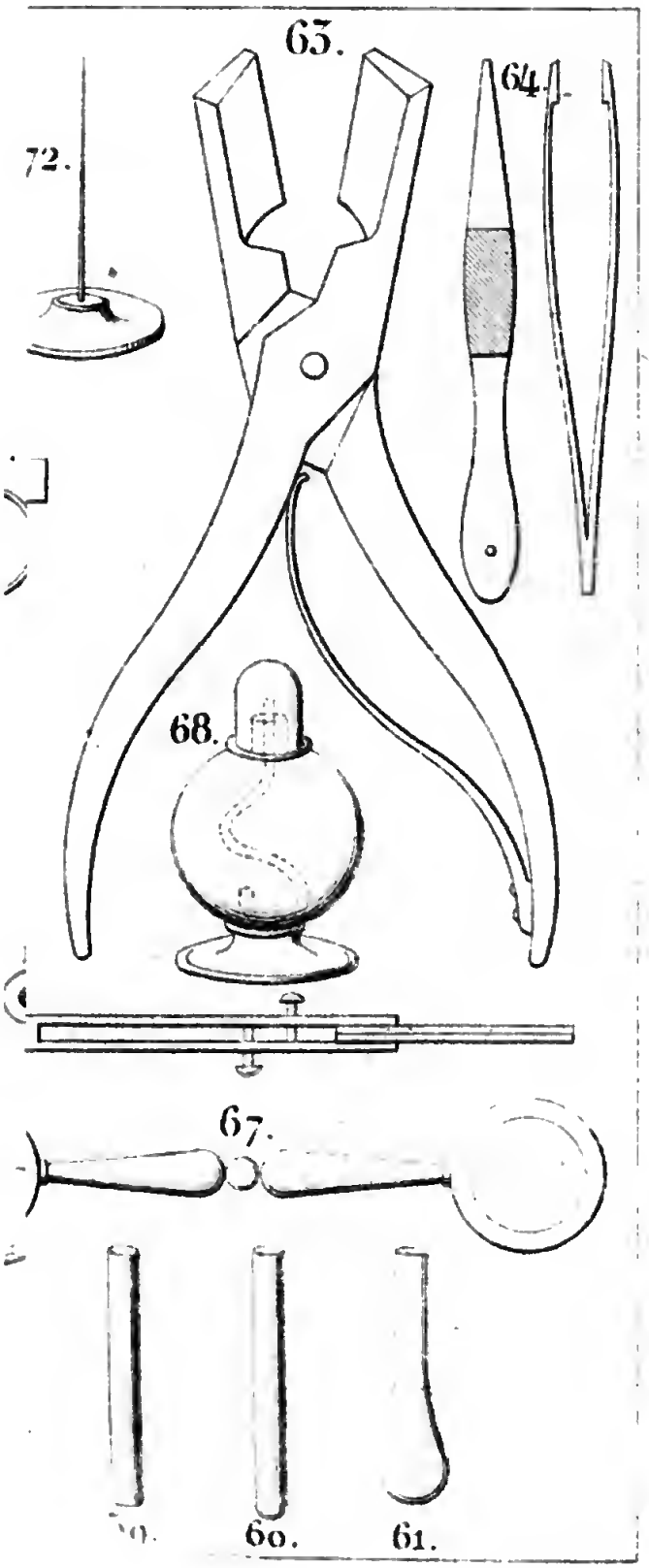
30

31.

32.

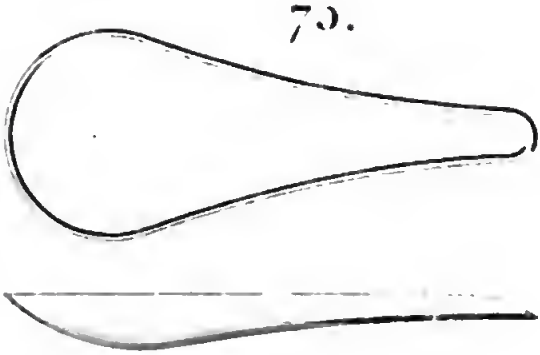
79,231

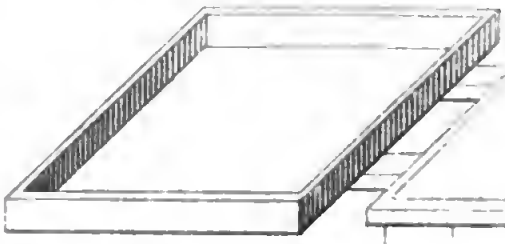
Souffleur. Pl. 2.

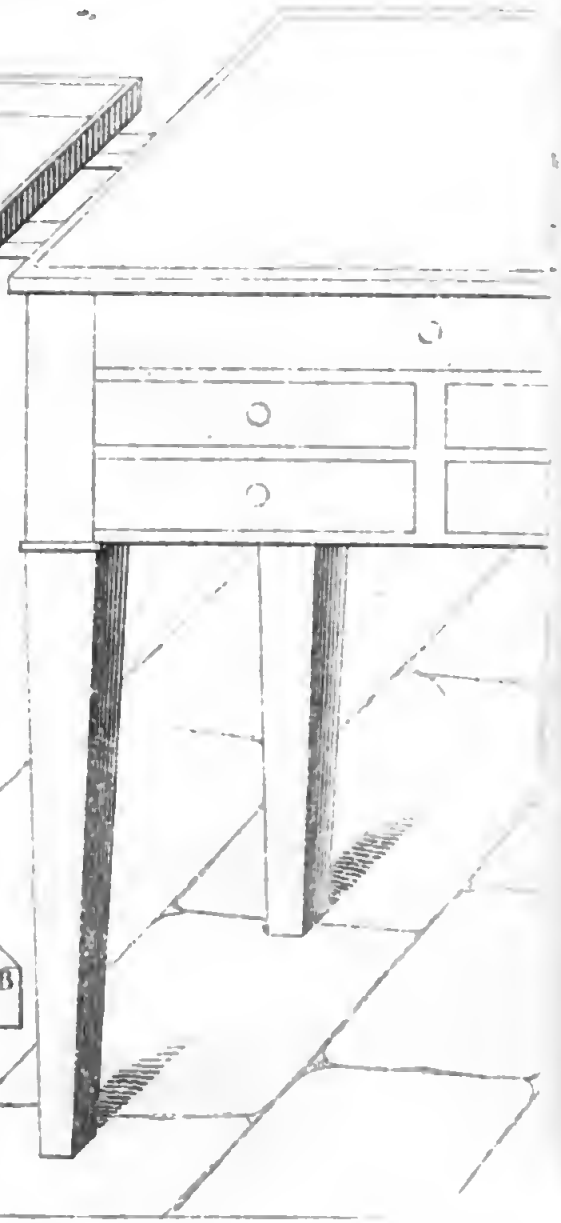


J. Petitcolin sc.

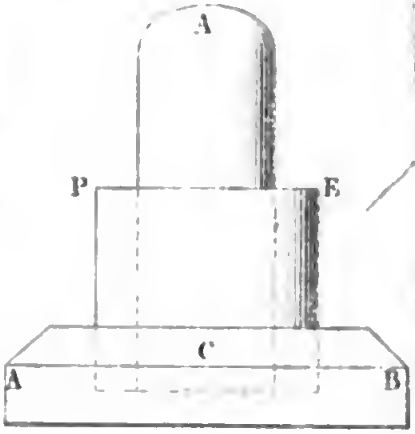
75.







74.

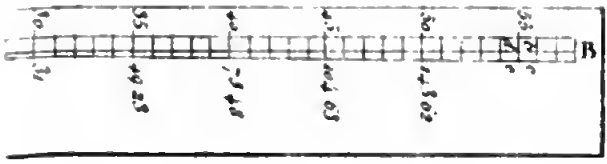


Digitized by Google

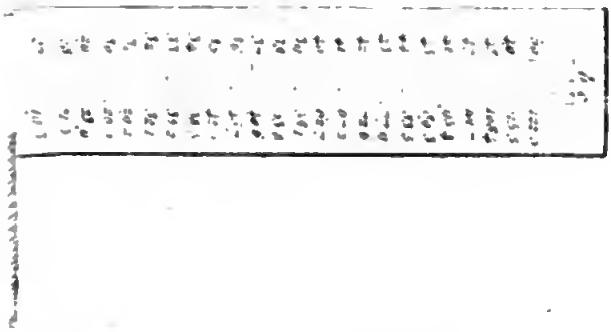
K.3.231

Souffleur. Pl. 3.

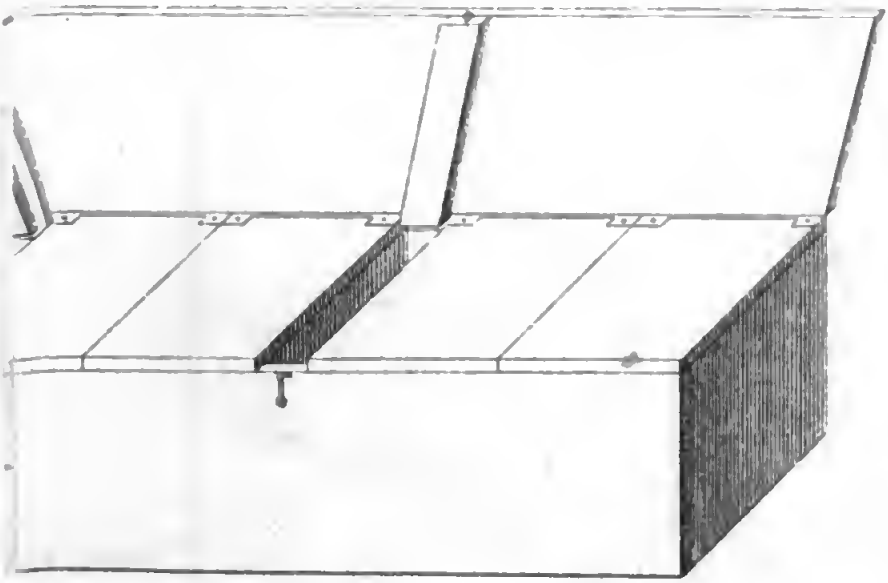
1.



2.



3.



J. Petitcolin

Digitized by Google

7.9.231

ENCYCLOPÉDIE-RORET.

COLLECTION
DES
MANUELS-RORET
FORMANT UNE
ENCYCLOPEDIE
DES SCIENCES ET DES ARTS,
FORMAT IN-18;

Par une réunion de Savans et de Praticiens;

MESSIEURS

AMOROS, ARSENNE, BIOT, BIRET, BISTON, BOISDUVAL, BOITARD, BOSC, BOUTEREAU, BOYARD, CAHEN, CHAUSSIER, CHEVRIER, CHORON, CONSTANTIN, DE GAYFFIER, DE LAFAGE, P. DESORMEAUX, DUBOIS, DUJARDIN, FRANCŒUR, GIQUEL, HERVÉ, HUOT, JANVIER, JULIA-FONTENELLE, JULIEN, LACROIX, LANDRIN, LAUNAY, LEDHUY, Sébastien LENORMAND, LESSON, LORIOL, MATTER, MINÉ, MULLER, NICARD, NOEL, Jules PAUTET, RANC, RENDU, RICHARD, RIFFAULT, SCRIBE, TARBÉ, TERQUEM, THIÉBAUT DE BERNEAUD, THILLAYE, TOUSSAINT, TREMERY, TRUY, VAUQUELIN, VERDIER, VERGNAUD, YVART, etc.

Tous les Traités se vendent séparément, 300 volumes environ sont en vente; pour recevoir franc de port chacun d'eux, il faut ajouter 50 centimes. Tous les ouvrages qui ne portent pas au bas du titre *à la Librairie Encyclopédique de Roret* n'appartiennent pas à la *Collection de Manuels-Roret*, qui a eu des imitateurs et des contrefacteurs (M. Ferd. *Ardant*, gérant de la maison *Martial Ardant frères*, à Paris, et M. *Renault* ont été condamnés comme tels.)

Cette Collection étant une entreprise toute philantropique, les personnes qui auraient quelque chose à nous faire parvenir dans l'intérêt des sciences et des arts, sont priées de l'envoyer franc de port à l'adresse de M. le *Directeur de l'Encyclopédie-Roret, format in-18*, chez M. RORET, libraire, rue Hautefeuille, n. 10 *bis*, à Paris.

NOUVEAU COURS COMPLET D'AGRICULTURE DU 19e SIÈCLE, par les *membres de la section d'agriculture de l'Institut*. 16 vol. in-8, ornés de figures (ensemble de plus de 8,800 pages). Prix, 56 fr.

00568483 4